

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA STROJNÍ

Studijní program M2301 - Strojní inženýrství

Strojírenská technologie
zaměření tváření kovů a plastů

Katedra strojírenské technologie
Oddělení tváření kovů a plastů

Optimalizace technologických parametrů při výrobě stropního panelu vozu VW Passat

Optimalization technological parameters in the production of headliner car VW Passat

Petr Georgiev
KSP – TP - 778

Vedoucí diplomové práce: Ing. Luboš Běhálek. - TU v Liberci
Konzultant diplomové práce: Ing. Rostislav Zavacký – Grupo Antolin Bohemia a.s.

Rozsah práce a příloh:

Počet stran	67
Počet tabulek	5
Počet příloh	1
Počet obrázků	100

Datum: 25.5.2007

A N O T A C E

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI **Fakulta strojní**

Katedra strojírenské technologie **Oddělení tváření kovů a plastů**

Studijní program : M2301 – Strojní inženýrství

Diplomant : Petr Georgiev

Téma práce : Optimalizace technologických parametrů při výrobě stropního panelu VW Passat

Optimization technological parameters in the production of headliner VW Passat

Číslo DP : KSP - TP – 778

Vedoucí DP : Ing. Luboš Běhálek. - TU v Liberci

Konzultant DP : Ing. Rostislav Zavacký - Grupo Antolin Bohemia a.s., Chrastava

Abstrakt :

V této diplomové práci je řešena optimalizace stávajících technologických parametrů (lisovací doby, teploty a tlaku) při výrobě stropních panelů VW Passat, s ohledem na výslednou kvalitu.

V teoretické části je popsán kompletní proces výroby stropního panelu od přípravy materiálu, přes vlastní výrobu až po výstupní kontrolu.

V experimentální části je provedeno zhodnocení tuhosti, soudržnosti sendviče a dekoru a také celková vzhledová kvalita stropního panelu VW Passat.

Abstrakt :

In these diploma work is analysis optimization current technological parameters (pressing time, temperature and press) on production headliner VW Passat, with reference to resulting duality.

In theoretic parts is described full suit production headliner from disposition, over production after final inspection.

In experimental parts is performed estimation toughness, cohesion sandwiches and decorating and also general visual quality headliner VW Passat.

Místopřísežné prohlášení :

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Liberci, 25. května 2007

.....

Petr Georgiev
Sídliště 639
463 34 Hrádek nad Nisou

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	6
1 ÚVOD	7
2 TEORETICKÁ ČÁST	8
2.1 VÝROBA STROPNÍHO PANELU VW PASSAT	8
2.1.1 PŘEDLISOVACÍ ČÁST	8
2.1.2 VLASTNÍ LISOVACÍ PROCES	18
2.1.3 OŘEZÁNÍ NOSIČE POMOCÍ VODNÍHO PAPERU	21
2.1.4 MANUÁLNÍ A STROJNÍ NANÁŠENÍ LEPIDLA NA NOSIČ	22
2.1.5 KAŠÍROVÁNÍ	24
2.1.6 ODŘEZÁNÍ PŘEBYTEČNÝCH ČÁSTÍ DEKORU VODNÍM PAPEREM	26
2.1.7 ÚPRAVA DEKORU (UMBUGOVÁNÍ)	28
2.1.8 LEPENÍ DISTANČNÍCH DÍLŮ	30
2.1.9 VÝSTUPNÍ KONTROLA A DODATEČNÉ OPERACE	30
2.2 ZAŘÍZENÍ NA ZPRACOVÁNÍ POLYOLU A IZOKYANÁTU	31
2.2.1 TLAKOVÉ ZÁSOBNÍKY POLYOLU A IZOKYANÁTU	32
2.2.2 TEMPERAČNÍ AGREGÁT	32
2.2.3 DAVKOVACÍ ČERPADLA POLYOLU A IZOKYANÁTU	32
2.2.4 SMĚŠOVACÍ LICÍ HLAVA	33
2.2.5 TLAKOVÝ ZÁSOBNÍK PROPLACHOVACÍ KAPALINY	34
2.2.6 ELEKTROROZVADEČ LICÍHO STROJE	34
2.2.7 3D ROBOT PRO ŘÍZENÍ POHYBU SMĚŠOVACÍ HLAVY	34
3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	35
3.1 MĚŘENÍ TUHOSTI	35
3.1.1 MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ	36
3.1.2 VLASTNÍ MĚŘENÍ	36
3.2 MĚŘENÍ SOUDRŽNOSTI SENDVIČE A DEKORU	50
3.2.1 VLASTNÍ MĚŘENÍ	51
3.3 VZHLEDOVÉ POSOUZENÍ KVALITY STROPNÍCH PANELŮ	58
4 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKU A JEJICH DISKUZE	61
5 ZÁVĚR	62
6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	64
PŘÍLOHY	65

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

T_L	[°C]	lisovací teplota
T_k	[°C]	kaširovací teplota
φ	[%]	vzdušná vlhkost
t_L	[s]	čas lisovacího cyklu
t_k	[s]	čas kaširovacího cyklu
p_L	[s]	lisovací tlak
p_k	[s]	kaširovací tlak
m_{LEP}	[g]	hmotnost naneseného lepidla na $1m^2$
m_{SEP}	[g]	hmotnost naneseného separátoru na $1m^2$
m_{SV}	[g]	množství naneseného skelného vlákna na $1m^2$
b	[mm]	šířka
h	[mm]	výška
l	[mm]	délka
F	[N]	síla
F_{30}	[N]	síla vyvozená na dráze 30mm
F_{40}	[N]	síla vyvozená na dráze 40mm
F_{50}	[N]	síla vyvozená na dráze 50mm
F_{60}	[N]	síla vyvozená na dráze 60mm
F_{70}	[N]	síla vyvozená na dráze 70mm
F_{80}	[N]	síla vyvozená na dráze 80mm

1 ÚVOD /1/, /2/

Téma diplomové práce „Optimalizace technologických parametrů při výrobě stropního panelu vozu VW Passat“ vzniklo ve spolupráci katedry strojírenské technologie TU v Liberci s firmou Grupo Antolin Bohemia a.s., Chrastava .

Společnost Grupo Antolin je významným celosvětovým výrobcem různých komponentů pro automobilový průmysl, který v současnosti patří mezi dynamicky se rozvíjející průmyslové odvětví. Jedná se o španělskou nadnárodní společnost, která zaujímá přední postavení ve výrobě interiérových dílů automobilového průmyslu po celém světě.

Začátky této společnosti se datují do 50.let minulého století, kde v jedné burgoské dílně (město Burgos leží ve Španělsku) vynalezla rodina Antolinů kulový čep skládající se z gumy a kovu. Následný patent znamenal pro tuto firmu cestu k současným úspěchům.

Česká pobočka této společnosti (Grupo Antolin Bohemia a.s.) byla založena v prosinci roku 1993 a v současné době je její sídlo v Chrastavě, kde se specializuje na výrobu stropních panelů a dveřních komponent pro automobilový průmysl. Její hlavní výroba je zaměřena pro vozy značky VW, BMW a Škoda.

Při zavádění nových výrobků do výroby, na něž je kladeno stále více kvalitativních požadavků, je nutno počítat s nejrůznějšími problémy, jenž mohou mít za následek vyrobení neshodných výrobků. Jeden z těchto problémů, nastavení odpovídajících technologických parametrů, byl i příčinou vzniku této diplomové práce.

Při procesu výroby stropních panelů VW Passat dochází v současnosti ke vzniku velkého počtu neshodných výrobků, které nepříznivě ovlivňují hospodárnost a produktivitu výroby. Na základě rozboru vzniklých vad, mezi něž patří např. tzv. rozlepy, lokální nalomení, apod., a po konzultacích s technologickým oddělením firmy Grupo Antolin Bohemia, bylo přistoupeno k návrhu změn těchto stávajících technologických parametrů (lisovacího tlaku 10MPa, lisovacího času 35s a lisovací teploty 120°C), jež v rozhodující míře ovlivňují konečné mechanické vlastnosti stropních panelů. Správně navržené technologické parametry tak mohou ve výsledku vést k snížení počtu neshodných výrobků.

V experimentální části diplomové práce je proto provedena změna stávajících technologických parametrů, při nichž bylo vyrobeno několik stropních panelů VW Passat a následně experimentálním měřením hodnoceny jejich mechanické vlastnosti stanovením tuhosti ve vybraných místech stropního panelu, soudržnosti tzv. sendviče a dekoru, tj. materiálů z nichž je stropní panel vyráběn. Proces výroby stropních panelů VW Passat, od přípravy materiálu, přes vlastní lisovací proces, až po výstupní kontrolu je podrobně popsán (s ohledem na respektování know-how firmy) v teoretické části diplomové práce.

Na závěr experimentální části diplomové práce je provedena vizuální zkouška jednotlivých stropních panelů vystavených různým teplotám, jejímž smyslem je posouzení, zda navržené technologické parametry neovlivňují nepříznivě celkový vzhled stropních panelů VW Passat.

Cílem práce je tedy vyhodnocení vlivu optimalizovaných technologických parametrů na kvalitu vyráběných dílů stropních panelů a závěrečné doporučení pro jejich výrobu.

2 TEORETICKÁ ČÁST

Stropní panely automobilů jsou vyráběny laminací několika vrstev materiálů, z nichž základ tvoří polyuretanová deska. Charakteristika výrobního procesu je popsána v jednotlivých kapitolách teoretické části diplomové práce.

Stropní panel je možné zhotovit tzv. jednokrokovým nebo dvoukrokovým procesem. V jednokrokovém procesu je stropní panel vyroben složením všech materiálových částí včetně dekorační textilie na lícovou stranu stropního panelu a lisováním ve tvářecí formě poté vznikne stropní panel (výlisek). Ve dvoukrokovém procesu je na polyuretanovou desku nanесeno lepidlo, skelné vlákno a netkané textilie. Poté je vyroben meziprodukt tzv. nosič. Na ten je nanесena vrstva lepidla a položena dekorační textilie. Opětovným lisováním ve tvářecí (kašírovací) formě je následně vyroben stropní panel.

2.1 VÝROBA STROPNÍHO PANELU

Vzhledem k řešené problematice diplomové práce spojené s optimalizací technologických parametrů při výrobě stropního panelu VW Passat je v následujících kapitolách charakterizována výroba stropního panelu pouze dvoukrokovým způsobem.

2.1.1 PŘEDLISOVACÍ ČÁST /3/, /4/, /5/, /6/

Jak již bylo uvedeno, jsou stropní panely vyráběny laminací několika vrstev materiálů, z nichž základ tvoří polyuretanová deska (dále jen PUR deska). Výroba PUR desek se provádí dělením vypěňovaných polyuretanových bloků (dále jen PUR bloků), jenž jsou vyráběny chemickou reakcí izokyanátu a polyolu (polyalkoholu) ve vypěňovacích tvarových formách (viz obr. 2.1). Při reakci obou látek (viz kap. 2.2) vzniká CO_2 , který v polyuretanové hmotě vytvoří bubliny, čímž vzniká pevná polyuretanová pěna.



Obr. 2.1 Vypěňovací tvarová forma

Aby mohly být dané PUR bloky vypěněny, musí být nejdříve ocelová forma, ve které vypěňování probíhá, ošetřena voskovým papírem, který zabrání přilnutí PUR bloku k ocelové formě a umožní jeho snadnější vyjmutí.

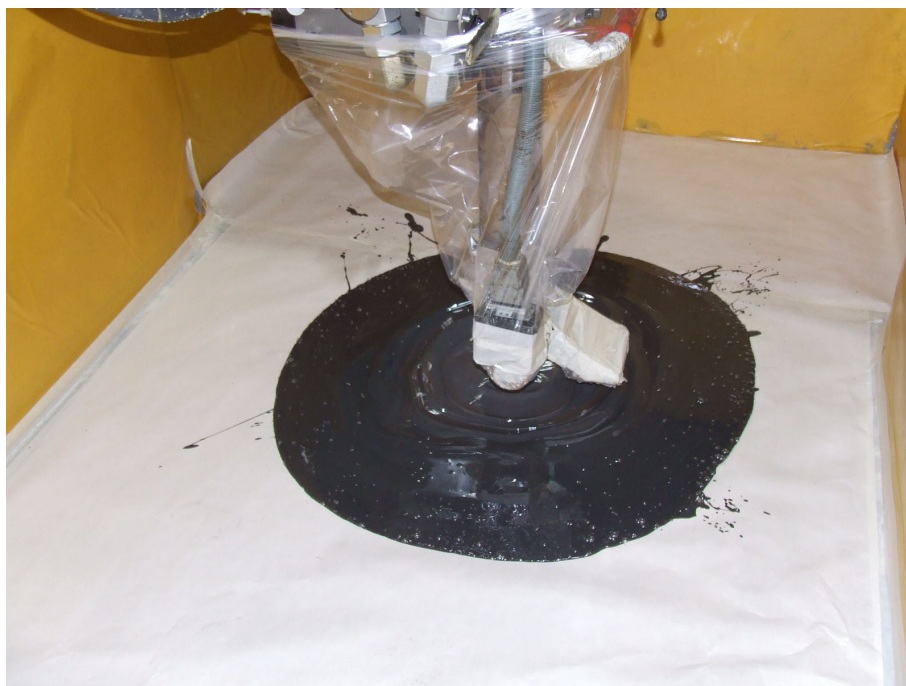
Polyol a izokyanát jsou čerpány uzavřeným okruhem ze zásobních nádrží. Kapalná směs obou složek je ve stanoveném poměru smíchána a vstříknuta směšovací (licí) hlavou, pod tlakem do formy, kde dochází k uvedené reakci (viz obr. 2.2 až obr. 2.7).



Obr. 2.2 Uzavřená tvarová forma



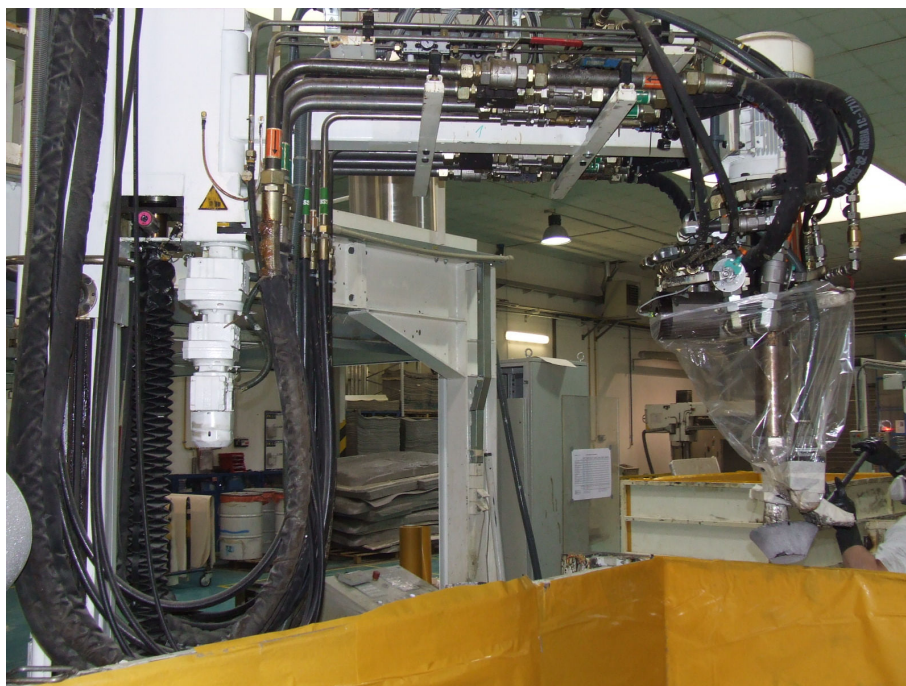
Obr. 2.3 Směšovací hlava



Obr. 2.4 Plnění formy kapalnou směsí polyolu a izokyanátu



Obr. 2.5 Vlastní proces vypěňování



Obr. 2.6 Návrat směřovací hlavy do výchozí polohy



Obr. 2.7 Vypěnění blok ve tvarové formě

Po naplnění formy a vypěnění materiálu, které trvá 5 minut, se ponechá PUR blok odstát ještě dalších 30 minut. Vyrobené PUR bloky jsou dále ponechány po dobu 24 hodin v požárně oddělené části skladu (viz obr. 2.8) aby dostatečně „vyzrály”.



Obr. 2.8 Odstavené vypěněné PUR bloky

Při výrobě může vzniknout malé množství odpadní pěny (přetoky) a v tomto případě jsou forma a příslušející zařízení očištěny horkou vodou, po vícenásobném použití formy je povrch očištěn rovněž acetonem.

Takto vypěněné PUR bloky jsou za pomoci dělicího zařízení (viz obr. 2.9) rozřezány na PUR desky o předem dané tloušťce (viz obr. 2.10). Při výrobě stropního panelu VW Passat je tloušťka PUR desek 6 mm.



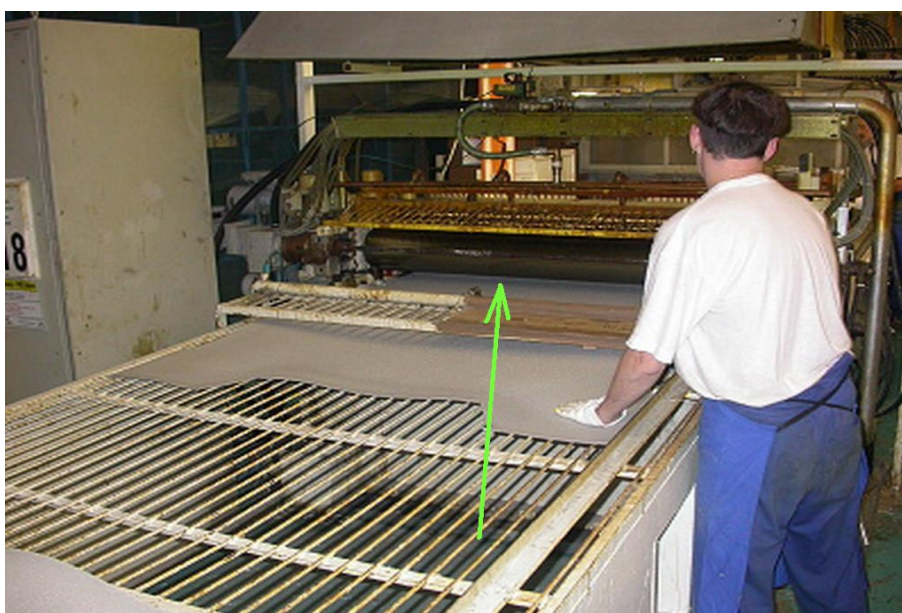
Obr. 2.9 Dělicí zařízení na výrobu PUR desek



Obr. 2.10 Nařezané PUR desky

Z takto nařezaných PUR desek je vždy náhodně vybráno pět kusů, u nichž je provedena kontrola tloušťky. Pokud jedna nebo více PUR desek není v předepsané toleranci, je vybráno pět nových PUR desek, u kterých je měření opakováno. Pokud opět jedna nebo více PUR desek není v toleranci, jsou všechny PUR desky nařezané z příslušného PUR bloku vyřazeny.

V další fázi výrobního procesu jsou PUR desky zbaveny nečistot a přivedeny k zařízení, jenž na ně nanese lepidlo (viz obr. 2.11).



Obr. 2.11 Zařízení na nános lepidla

Lepidlo je nanášeno pomocí elektricky vyhřívané soustavy kovových válců tzv. soustavy válečkovačů, mezi nimiž se PUR desky pohybují. Množství naneseného lepidla je stejné pro horní i dolní stranu PUR desky a je průběžně kontrolováno. Pokud není množství lepidla v předepsané toleranci ($m_{LEP} = 40g \pm 4g$), je soustava kovových válců přenastavena. Po nanesení lepidla je PUR deska za pomoci běžícího pásu přesunuta k místu, kde je nanášeno skelné vlákno (viz obr. 2.12).



Obr. 2.12 Přesun PUR desky k místu kde je nanášeno skelné vlákno

Před nanesením skelného vlákna je za pomoci trysek na horní i dolní stranu PUR desky nanesen separátor v podobě kapalné emulze, který je první reakční složkou lepidla a urychluje jeho účinek.



Obr. 2.13 Kovový jezek v klidové poloze

Stejně jako v případě nanášení lepidla je i tady prováděna průběžně kontrola. Pokud není množství nanášeného separátoru v předepsané toleranci ($m_{SEP} = 30g \pm 3g$), je zvýšen (popř. snížen) vstřikovací tlak.

Rovnoměrný rozvod skelného vlákna je zajištěn pomocí speciálního zařízení, jehož hlavní součástí je otáčivý kovový ježek (viz obr. 2.13 a obr. 2.14), který zajišťuje rovnoměrný rozvod skelného vlákna po celé šířce PUR desky.



Obr. 2.14 Kovový ježek při rozvodu skelného vlákna

Obdobně jako v předešlých dvou případech, je i tady kontrolováno, zda je množství nanášeného skelného vlákna v předepsané toleranci ($m_{SV} = 40g \pm 4g$).

Kontrola je prováděna tak, že se kovový měřicí přípravek (deska) o ploše $1m^2$, posype skelným vláknem a poté změří jeho hmotnost. Zjištěná hodnota je zaznamenána, skelné vlákno odstraněno a kovový měřicí přípravek opět zvážen. I tato hodnota je zaznamenána. Následně jsou obě hodnoty od sebe odečteny a zjištěno množství nanášeného skelného vlákna na $1m^2$, které by mělo být v předepsané toleranci. Pokud tomu tak není, je zvýšena (popř. snížena) rychlost přísunu skelného vlákna.

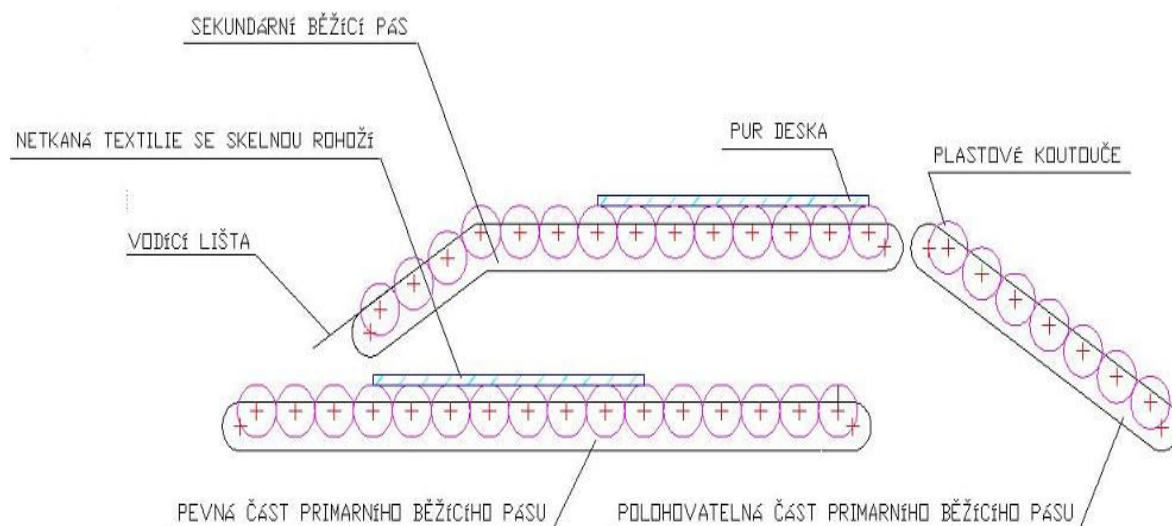
Po nanesení lepidla, separátoru a skelného vlákna je PUR deska složena dohromady s netkanou textilií. Jedná se o speciální netkanou textilií, jenž má na svém povrchu slabou neprodyšnou folii, která zabraňuje prosakování lepidla.

Netkaná textilie je však ještě před složením umístěna na kartónový papír a opatřena skelnou rohoží téže velikosti (viz obr. 2.15). Následně je umístěna na běžící pás před PUR desku tak, aby byla posypána skelným vláknem jako první. Když je netkaná textilie se skelnou rohoží po celé své délce posypána skelným vláknem, je část běžícího pásu zastavena. Toho je dosaženo za pomoci laserových senzorů, které detekují, že je netkaná textilie se skelnou rohoží posypána skelným vláknem po celé své délce, a že došla do požadované pozice.

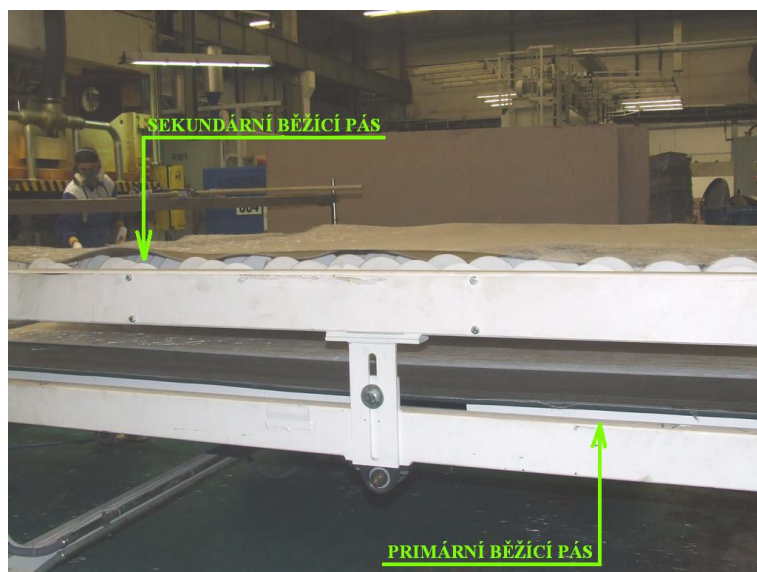


Obr. 2.15 Netkaná textilie se skelnou rohoží a kartónovým papírem na běžícím pásu

Běžící pás je složen z několika menších samostatně poháněných běžících pásů a je označován jako primární. V okamžiku zastavení pevné části primárního běžícího pásu je uveden do chodu sekundární běžící pás, který je kratší, nahrazuje pevnou část primárního běžícího pásu a je umístěn nad ním (viz obr. 2.16). Polohovatelná část primárního běžícího pásu poté umožní posypané PUR desce, aby se dostala nad netkanou textilií se skelnou rohoží (viz obr. 2.17).



Obr. 2.16 Schéma primárního a sekundárního běžícího pásu



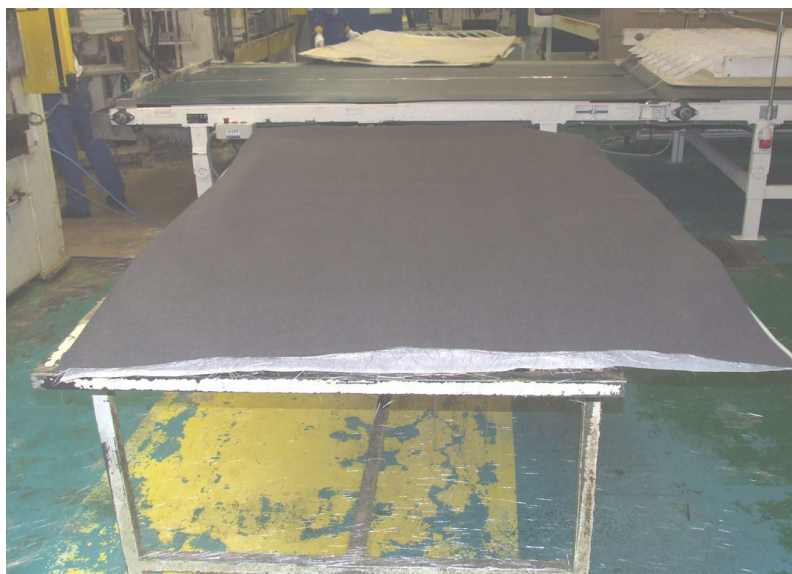
Obr. 2.17 Netkaná textilie se skelnou rohoží umístěná na dolním primárním běžícím pásu a PUR deska umístěná na horním sekundárním pásu

V okamžiku kdy je PUR deska ve „stejně poloze“ jako netkaná textilie, laserové snímače opět zprovozní odstavenou část primárního běžícího pásu. Pomocí současného spuštění primárního i sekundárního pásu, dojde ke složení posypané netkané textilie se skelnou rohoží (přesun ze sekundárního běžícího pásu na primární běžící pás je uskutečněn pomocí výběhové části sekundárního pásu) s PUR deskou, na níž je naneseo lepidlo, separátor a skelné vlákno. PUR deska je vždy horní částí takto složeného celku a netkaná textilie částí dolní.



Obr. 2.18 Přidání malých skelných rohoží

Takto složený celek, „sejmutý” z běžícího pásu je v rozích opatřen malými skelnými rohožemi, které v daných místech po zalisování, zajistí jeho větší tuhost (viz obr. 2.18). Tyto rohože jsou ještě před umístěním na daná místa opatřeny lepidlem pomocí tryskové pistole, přičemž nástřik je prováděn ze vzdálenosti 30cm. Následně je na horní stranu položena černá netkaná textilie, která mimo jiné zabrání možným vzhledovým vadám. Tímto je ukončena předlisovací fáze a takto složená PUR deska s netkanými textiliemi a skelnými rohožemi (tzv. sendvič, viz obr 2.19) je připravena k vlastnímu lisování.



Obr. 2.19 Sendvič

2.1.2 VLASTNÍ LISOVACÍ PROCES /6/, /7/

Před začátkem lisovacího procesu je kontrolována čistota dutiny formy (viz obr. 2.20), která musí být s ohledem na požadovanou kvalitu výlisku zbavena prachových nečistot a zbytků skelného vlákna z předešlých cyklů.

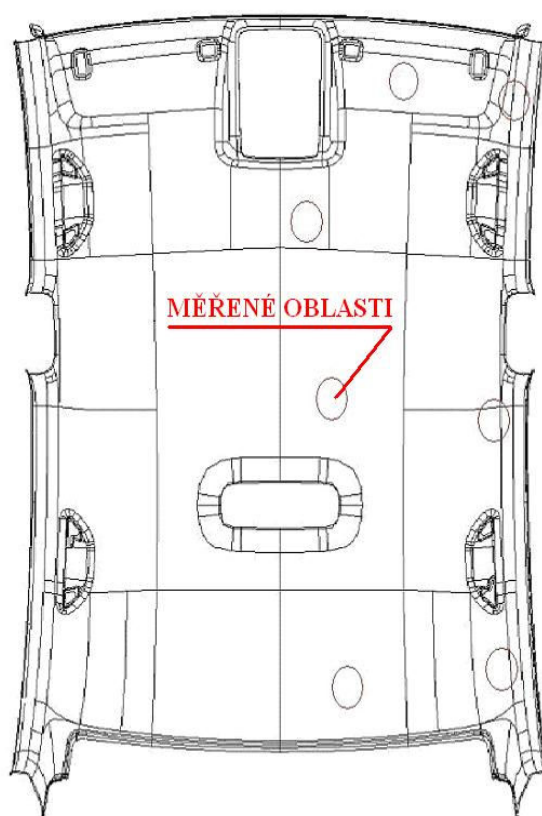


Obr. 2.20 Forma VW Passat

Čištění je prováděno vzduchovou pistolí, kterou jsou nečistoty z dutiny formy odstraněny. Průběžná kontrola čistoty formy a čištění pomocí vzduchové pistole je prováděna vždy po každém druhém lisovacím cyklu tak, aby nedošlo ke zbytečné výrobě neshodných výrobků.

Tvarové části formy jsou ošetřeny separátorem, který jednak zbavuje formu nečistot, zabraňuje přilepení sendviče k formě a zároveň snižuje teplotu formy, která je vždy nastavena na horní hranici předepsané tolerance, protože během lisování je část tepla odvedena do výlisku. Avšak jedná se o jiný typ separátoru, než který je použit jako reakční činitel.

Pokud není povrchová teplota formy zjišťovaná pomocí odporového teploměru s čidlem NiCr-NiAl a rozsahem měřených teplot od -10°C do $+1000^{\circ}\text{C}$, s odchylkou měření $\pm 0.7^{\circ}\text{C}$ v měřených bodech sledované oblasti (viz obr. 2.21) v předepsané toleranci, je zvýšena (popř. snížena) teplota teplotonosného média (syntetického oleje), které cirkuluje temperančním systémem formy.



Obr. 2.21 Místa kde je zjišťována povrchová teplota formy

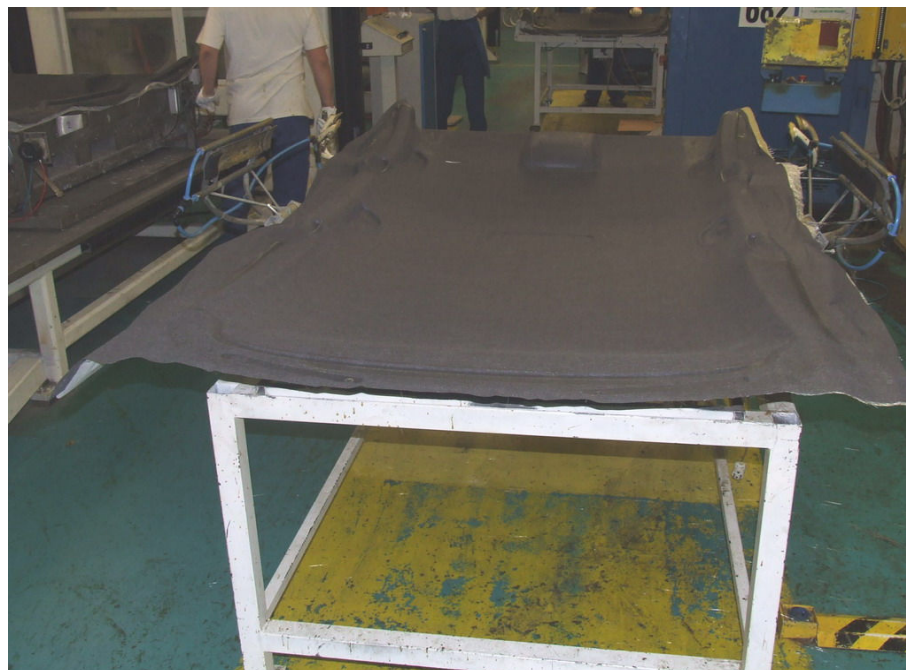
Po provedené kontrole formy, je do lisu založen sendvič (viz obr. 2.22) a spuštěn lisovací cyklus. Během lisovacího cyklu je obsluhou připravován k lisování další sendvič. Po skončení lisovacího cyklu a otevření formy je výlisek (tzv. nosič) z lisu vyjmut a založen nový sendvič. Vyjmutý nosič je umístěn na ofukovací stůl (viz obr. 2.23), kde je očištěn a zároveň „teplotně stabilizován“.

V případě prasknutí nosiče je postižené místo ošetřeno vodou pomocí tryskové pistole, na postižené místo je vložena skelná rohož opatřená lepidlem a nosič znovu lisován. Pokud

dochází k praskání nosičů i v následných lisovacích cyklech, je lisovací tlak snížen na dolní předepsanou toleranci, popřípadě je do oblasti, kde nosič praská ještě vložena skelná rohož, před vlastním lisováním. Tato opatření by měla eliminovat zmíněné praskání nosičů.



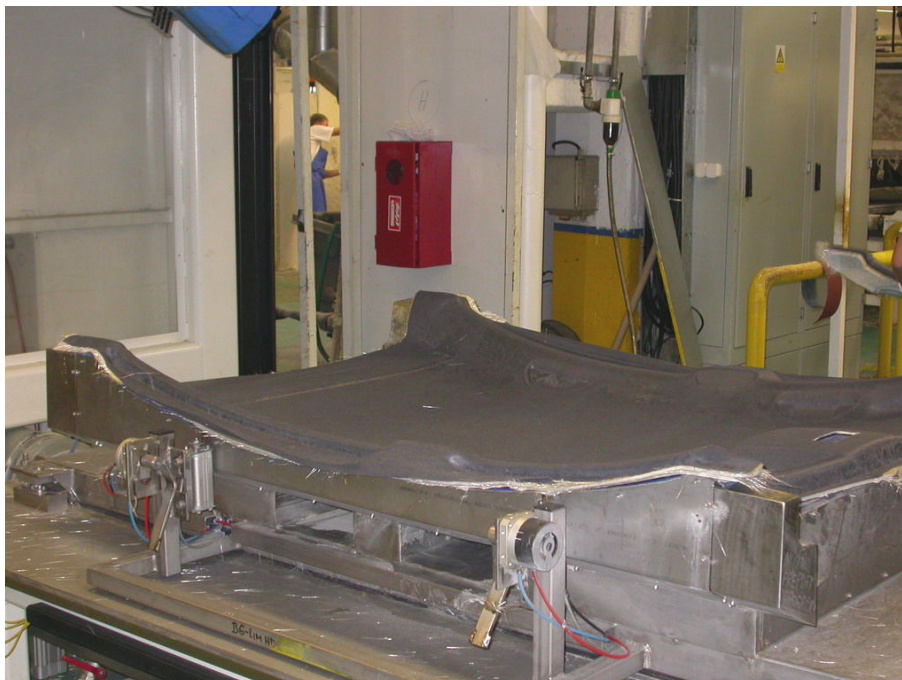
Obr. 2.22 Založení sendviče do lisu



Obr. 2.23 Nosič na ofukovacím stole

2.1.3 OŘEZÁNÍ NOSIČE POMOCÍ VODNÍHO PAPRSKU /6/, /8/

Po lisování nosiče následuje jeho ořezání na požadovaný rozměr pomocí vodního paprsku. Nosič je v zařízení pro ořezání (tzv. Watter-Jetu) usazen do speciálního přípravku (viz obr. 2.24), jehož tvar odpovídá tvaru dutiny formy, ve které byl nosič vylisován.



Obr. 2.24 Usazení nosiče do speciálního přípravku

Po ořezání nosiče následuje jeho očištění, při kterém je nosič především zbaven přebytků lepidla (viz obr. 2.25).



Obr. 2.25 Očištění nosiče

Každý desátý ořezaný nosič je kontrolován na rozměrovou přesnost. Kontrola je prováděna usazením ořezaného nosiče do kontrolního přípravku (viz obr. 2.26), který má shodný tvar jako dutina lisovací formy. Především je kontrolováno, zda ořezaný nosič dostatečně dosedá a zda-li jsou krajní hrany v předepsané rozměrové toleranci. V případě překročení předepsaných rozměrových tolerancí je ořezaný nosič vyřazen z výrobního cyklu.



Obr. 2.26 Kontrolní přípravek

2.1.4 MANUÁLNÍ A STROJNÍ NANÁŠENÍ LEPIDLA NA NOSIČ

Po ořezání nosiče je na jeho povrch ručním postřikem nanесeno lepidlo (viz obr 2.27), zejména do oblastí záhybů, neboť při následném strojním nanášení (viz obr. 2.28) se do těchto míst lepidlo nedostane (viz obr. 2.29), což může způsobit nedostatečné přilnutí dekorovací látky (dále jen dekor) k povrchu nosiče a vznik nežádoucích vad při následném kašírování.



Obr. 2.27 Ruční postřik nosiče

V případě zjištění nerovnoměrného nánosu lepidla je nutno zkontrolovat funkčnost všech stříkovacích trysek, popřípadě je přenastavit.



Obr. 2.28 Strojní postřik nosiče



Obr. 2.29 Oblasti manuálního postřiku lepidlem

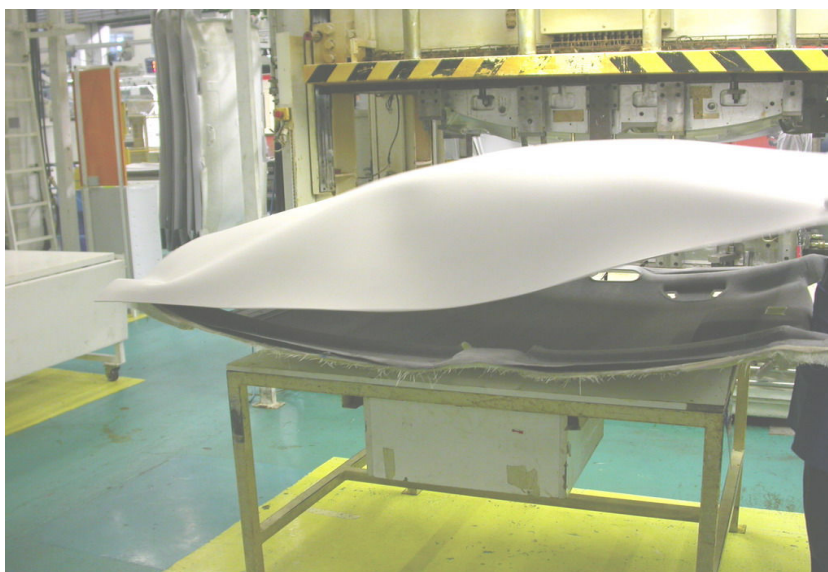
2.1.5 KAŠÍROVÁNÍ

Kašírováním je myšleno lisování nosiče opatřeného lepidlem a dekoru. Kašírování je od vlastního lisování rozdílné v tom, že probíhá za jiných technologických podmínek. Rozdílná je především lisovací (kašírovací) teplota, která je zhruba 4x menší ($T_k = 30^\circ\text{C}$). Důvodem je nebezpečí poškození (spálení) dekoru při vyšší teplotě. Nízká teplota však klade velké nároky na typ používaného lepidla, které musí mít nízkou reakční teplotu. Lisovací (kašírovací) tlak je $p_k = 5\text{MPa}$ a čas lisování (kašírování) je $t_k = 35\text{s}$.

Před začátkem kašírovacího procesu je stejně jako u lisování kontrolována čistota dutiny formy, která musí být s ohledem na požadovanou kvalitu výlisku zbavena prachových nečistot. Čištění je prováděno vzduchovou pistolí, kterou jsou nečistoty z dutiny formy odstraněny. Popřípadě je ještě horní dutina formy očištěna bavlněnou textilií. Kontrola čistoty dutiny formy je zároveň prováděna během všech cyklů tak, aby nedocházelo ke zbytečné výrobě neshodných výrobků.



Obr. 2.30 Dělicí zařízení



Obr. 2.31 Položení dekoru na nosič opatřený lepidlem

Použitý dekor je dodáván ve velkých rolích, které jsou za pomoci dělicího zařízení rozřezány na jednotlivé kusy o předem dané velikosti (viz obr. 2.30).

Po nařezání je dekor položen na nosič opatřený lepidlem (viz obr. 2.31) a vložen do (kaširovacího) lisu, kde je dekor zarovnán do požadované polohy a napnut. Napnutí je prováděno tak, že po stranách formy jsou kovové jehly, na které jsou konce dekoru napíchnuty (viz obr. 2.32) . Tím jsou eliminovány vzhledové vady, které by mohly vzniknout při lisování (např. zvlnění dekoru).



Obr. 2.32 Napnutí dekoru

Po ukončení kaširovacího cyklu, je z dutiny formy vyjmut již „téměř hotový“ stropní panel (viz obr. 2.33) a založen nový nosič opatřený lepidlem a potažený dekorem.



Obr. 2.33 Stropní panel vyjmutý z (kaširovacího) lisu

Vyjmутý stropní panel je vizuálně kontrolován, zda neobsahuje vzhledové vady např. zvlnění dekoru, nedolepení dekoru, aj.

2.1.6 ODŘEZÁNÍ PŘEBYTEČNÝCH ČÁSTÍ DEKORU VODNÍM PAPRSKEM /8/

Stropní panel je po kašírování usazen do přípravku (viz obr. 2.34) kde jsou pomocí vodního paprsku odřezány přebytečné části dekoru.



Obr. 2.34 Stropní panel usazený v přípravku

Ořezaný stropní panel je poté z přípravku vyjmut (viz obr. 2.35) a zbaven posledních zbytků přebytečného dekoru, zároveň jsou na něj nalepeny části distančních dílů (např. kovové rámečky). Během lepení těchto distančních dílů probíhá odřezávání dekoru u dalšího stropního panelu.



Obr. 2.35 Stropní panel po odřezání přebytečných částí dekoru

Každý desátý stropní panel je kontrolován pomocí kontrolního přípravku (viz obr. 2.36 a obr. 2.37), na němž jsou označeny obrysy s předepsanými tolerancemi, v nichž by se měl stropní panel pohybovat.



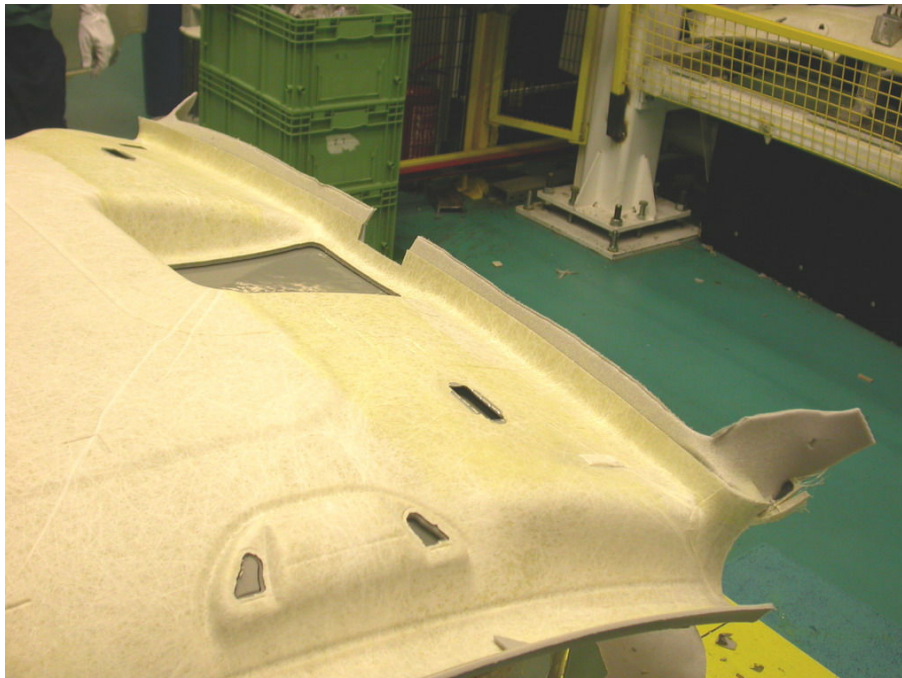
Obr. 2.36 Kontrolní přípravek



Obr. 2.37 Kontrolní přípravek s vloženým stropním panelem

2.1.7 ÚPRAVA DEKORU (UMBUGOVÁNÍ)

Po odstranění přebytečných částí dekoru je stropní panel zaumbugován. Umbugováním je myšleno zalomení a přilepení okrajových částí dekoru k stropnímu panelu (viz obr. 2.38 a obr. 2.39) a může být provedeno ručně (časově příliš náročné) nebo strojně.



Obr. 2.38 Přední okrajová část stropního panelu před zaumbugováním



Obr. 2.39 Boční okrajová část stropního panelu po zaumbugování

Při strojním umbugování je nejdříve na vymezené okrajové části stropního panelu nástřikem nanесeno lepidlo (viz obr. 2.40) a poté je stropní panel vložen do umbugovacího zařízení. Po zaumbugování je stropní panel pověšen do stojanového zásobníku kde je ponechán 5 minut, tak aby lepené spoje dostatečně „vyzrály“ (viz obr. 2.41).



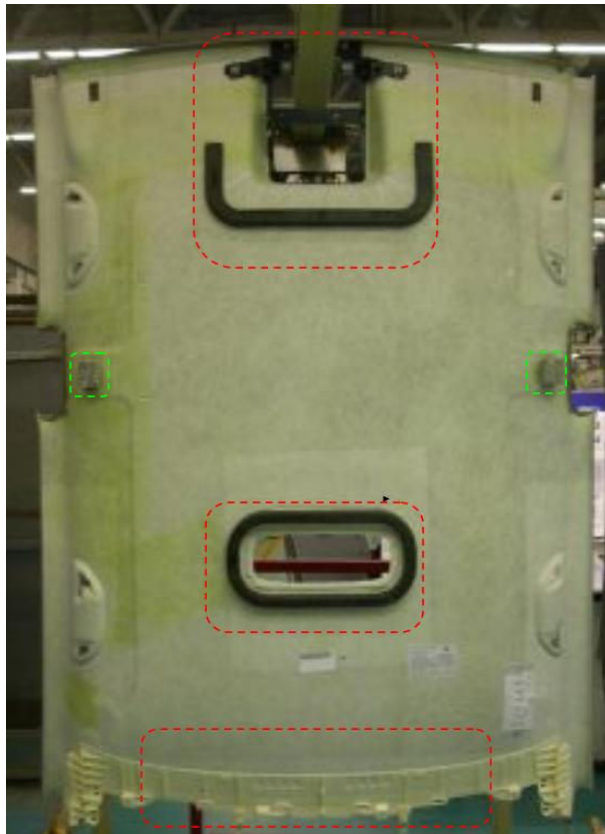
Obr. 2.40: Nástřik lepidla na okrajové části stropního panelu



Obr. 2.41 Stropní panely ve stojanovém zásobníku

2.1.8 LEPENÍ DISTANČNÍCH DÍLŮ

Po zaumbugování jsou na stropní panely nalepeny distanční díly (viz obr. 2.42) umožňující především přichycení externích komponent k stropnímu panelu. Lepení distančních dílů je prováděno kombinací ručního a strojního lepení.



Obr. 2.42 Stropní panely ve stojanovém zásobníku s vyznačenými lepenými distančními díly

2.9 VÝSTUPNÍ KONTROLA A DODATEČNÉ OPERACE /3/

Poslední operací při výrobě stropního panelu je výstupní kontrola, jenž je spojená s dodatečnými operacemi. Jednotlivé stropní panely opatřené distančními díly jsou podrobeny přísné kontrole. Především je kontrolován celkový vzhled stropního panelu, to znamená, zda jsou stropní panely správně zaumbugované a dostatečně čisté. U distančních dílů je kontrolováno, zda-li nějaké nechybí a jsou-li dostatečně přilepené na správných místech. Pokud je na stropním panelu objevena vada, která stropní panel nijak nezneškodňuje např. malé zašpinění dekoru, je provedeno její odstranění. V případě výskytu neodstranitelné vady např. zlomení stropního panelu, je stropní panel vyřazen z výrobního cyklu. Nakonec je stropní panel (viz obr. 2.43) označen etiketou, na níž je zaznamenáno v jaký den a čas prošel příslušný stropní panel úspěšnou výstupní kontrolou a umístěn do přepravního kontejneru. Tím je ukončen výrobní proces stropního panelu VW Passat.



Obr. 2.43 Stropní panel po úspěšné výstupní kontrole

2.2 ZAŘÍZENÍ NA ZPRACOVÁNÍ POLYOLU A IZOKYANÁTU /5/, /9/

Základem každého stropního panelu je PUR deska, která je vyrobena dělením PUR bloku na dělicím zařízení. Výroba PUR bloku je co se týče technického zajištění velmi složitá a nákladná.

Vzhledem k tomu, že polyol a izokyanát (látky používané na výrobu PUR bloků) mohou ohrozit jakost nebo zdravotní nezávadnost vod, zemin a ovzduší, jsou na zařízení jenž slouží k jejich skladování a zpracování, kladeny vysoké nároky. Zařízení na výrobu PUR bloku je složeno z:

Tlakových zásobníků polyolu a izokyanátu

- ➔ Temperačního agregátu
- ➔ Dávkovací čerpadla materiálu polyolu a izokyanátu
- ➔ Směšovací (míchací) licí hlavy
- ➔ Tlakového zásobníku proplachovací kapaliny
- ➔ Elektrorozvaděče licího stroje
- ➔ 3D robota pro řízení pohybu směšovací hlavy

2.2.1 TLAKOVÉ ZÁSObNÍKY POLYOLU A IZOKYANÁTU

Tlakové zásobníky polyolu a izokyanátu (viz obr. 2.44) jsou vyrobeny kompletně z nerezového plechu. Každý pojme 30 litrů materiálu. Ve spodní části je výtokový otvor s uzavíracím kohoutem a průtokovým filtrem k zachycení nečistot.



Obr. 2.44 Tlakové zásobníky polyolu a izokyanátu

Každá nádoba je uzavřena snímatelným víkem a to je zajištěno sklopnými šrouby. Na víku je umístěn pojistný tlakový ventil, manometr pro zobrazení tlaku v zásobníku, ventil pro přívod tlakového vzduchu, ventil pro zrušení tlaku a elektromotor míchadla materiálu. Oba zásobníky jsou vybaveny snímači výšky hladiny. Nádoba polyolu je navíc vybavena ventilem pro přívod vzduchu do materiálu pro kvalitnější a rychlejší „zašlehání“ vzduchu do materiálu. Toto množství vzduchu je automaticky měřeno a orientačně zobrazováno. Zásobníky jsou duplikační (s dvojitým pláštěm) pro připojení temperačního agregátu.

2.2.2 TEMPERAČNÍ AGREGÁT

Temperační agregát je samostatný přístroj, který zajišťuje udržování teploty materiálu v tlakových zásobnících polyolu a izokyanátu na nastavenou hodnotu. Tuto lze nastavit přímo na temperačním agregátu. Temperační kapalina je ohřívána, nebo ochlazována v temperačním agregátu a průtokem přes dvojitý plášť tlakových zásobníků materiálu temperuje materiál na nastavenou hodnotu a vrací se zpět. Jedná se o uzavřený okruh. Propojení je provedeno hadicemi.

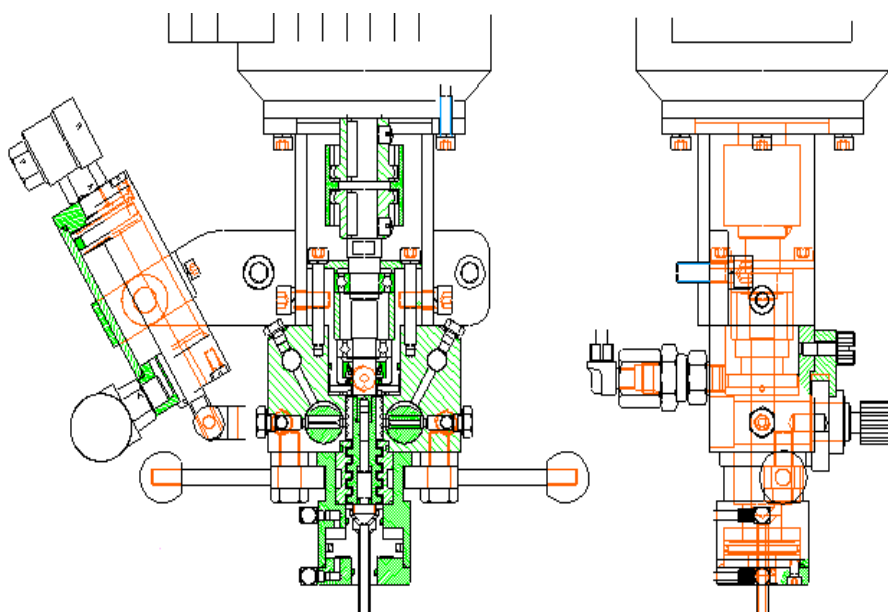
2.2.3 DÁVKOVACÍ ČERPADLA POLYOLU A IZOKYANÁTU

Dávkovací čerpadla materiálu polyolu a izokyanátu dodávají po celou dobu lití do směšovací (míchací) licí hlavy určité množství obou materiálu v přesném poměru. Toto je nutné pro dosažení nejlepší kvality výrobku. Obě speciální čerpadla jsou poháněna elektromotorem s převodovkou. Otáčky motorů (a úměrně k tomu množství materiálů) jsou

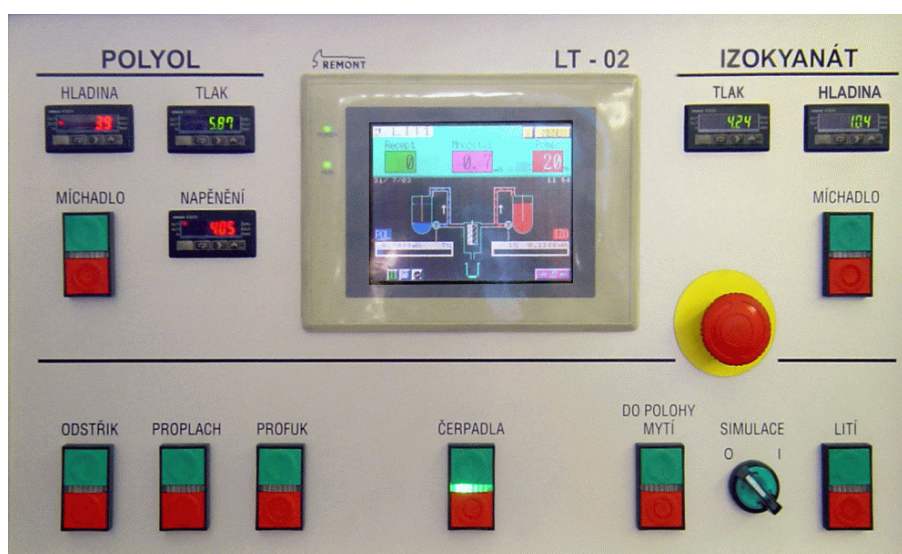
řízeny frekvenčními měniči. Výstupní tlak komponent za čerpadly je neustále zobrazován na ukazateli tlaku. V případě překročení nastavitelné horní meze tlaku jsou oba elektromotory čerpadel automaticky vypnuty.

2.2.4 SMĚŠOVACÍ LICÍ HLAVA

Směšovací (míchací) licí hlava (viz obr. 2.45) je opatřena rotačním míchadlem. Tlaky obou materiálů jsou regulovatelné jak při cirkulaci tak i při vlastním lití. Přepínání cirkulace/lití je prováděno pomocí pneumatického válce. Výtoková hubice je pneumaticky uzavíratelná. Čištění hlavy po lití se provádí proplachovacím prostředkem z tlakového zásobníku proplachovací kapaliny a následně tlakovým vzduchem.



Obr. 2.45 Výkres směšovací licí hlavy



Obr. 2.46 Řídící panel

2.2.5 TLAKOVÝ ZÁSOBNÍK PROPLACHOVACÍ KAPALINY

Tlakový zásobník proplachovací kapaliny je nerezová tlaková nádoba. Slouží k propláchnutí hlavy po ukončení lití. Odstraní se tím materiál a vyčistí se míchadlo směšovací líčí hlavy. Na výtoku se zásobníku je umístěn průtokový filtr pro zachycení nečistot.. K plnění je na víku plnicí otvor s rychlouzávěrem.

2.2.6 ELEKTROROZVADEČ LICÍHO STROJE

Elektorozvaděč licího stroje obsahuje všechny řídící a ovládací prvky licího stroje. Činnost stroje je řízena (viz obr. 2.46) programovatelným automatem (PLC) Omron. Tento je propojen s rozvaděčem 3D robota.

2.2.7 3D ROBOT PRO ŘÍZENÍ POHYBU SMĚŠOVACÍ HLAVY

3D robot pro řízení pohybu směšovací hlavy se skládá z:

- rozvaděče 3D robota, kde jsou umístěny drivery servomotorů
- počítače pro zadávání tvaru dráhy ve formátu DXF, zadání startu a konce lití, zadání čísla receptury (dodávané množství v ml/s) a zadání rychlosti pohybu.
- volitelné vybavy typu stolu pro uchycení výrobků při lití.

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Cílem experimentální části diplomové práce je optimalizace stávajících procesních parametrů tak, aby při lisování stropních panelů VW Passat bylo dosaženo odpovídající tuhosti, ale také

- pevnosti, resp. soudržnosti jednotlivých vrstev
- vzhledové stability
- kvality
- kvantity

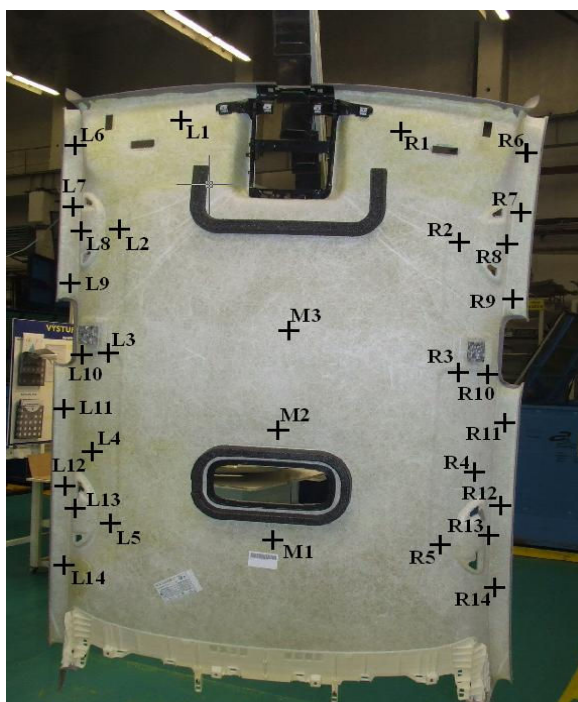
S ohledem na tyto vytyčené cíle byla na vybraných místech výlisku sledována závislost tuhosti na teplotě, tlaku a době lisování. Mimo jiné byla zkoumána i soudržnost jednotlivých vrstev stropního panelu, při různých teplotních podmínkách a také vzhledová stabilita.

Experimentální měření bylo provedeno v závislosti na změně lisovací teploty ($T_L=110^{\circ}\text{C}$, $T_L=130^{\circ}\text{C}$ a $T_L=140^{\circ}\text{C}$), při lisovacím tlaku $p_L=10\text{MPa}$ a době lisování $t_L=35\text{s}$, dále $p_L=11\text{MPa}$ a $t_L=35\text{s}$, $p_L=11\text{MPa}$ a $t_L=40\text{s}$, $p_L=13\text{MPa}$ a $t_L=35\text{s}$, $p_L=13\text{MPa}$ a $t_L=45\text{s}$, $p_L=14\text{MPa}$ a $t_L=35\text{s}$, $p_L=14\text{MPa}$ a $t_L=50\text{s}$.

Volba těchto podmínek byla stanovena na základě konzultací s pracovníky technologického oddělení firmy Grupo Antolin Bohemia.

3.1 MĚŘENÍ TUHOSTI /10/, /11/

Tuhost výlisku stropního panelu byla sledována na předem určených místech R1 až R14, L1 až L14 a M1 až M3 (viz obr. 3.1) metodou zjišťování deformační síly nutné k dosažení předepsaného průhybu tělesa (viz kap. 3.1.2) v souladu s podnikovou normou firmy Grupo Antolin Bohemia.

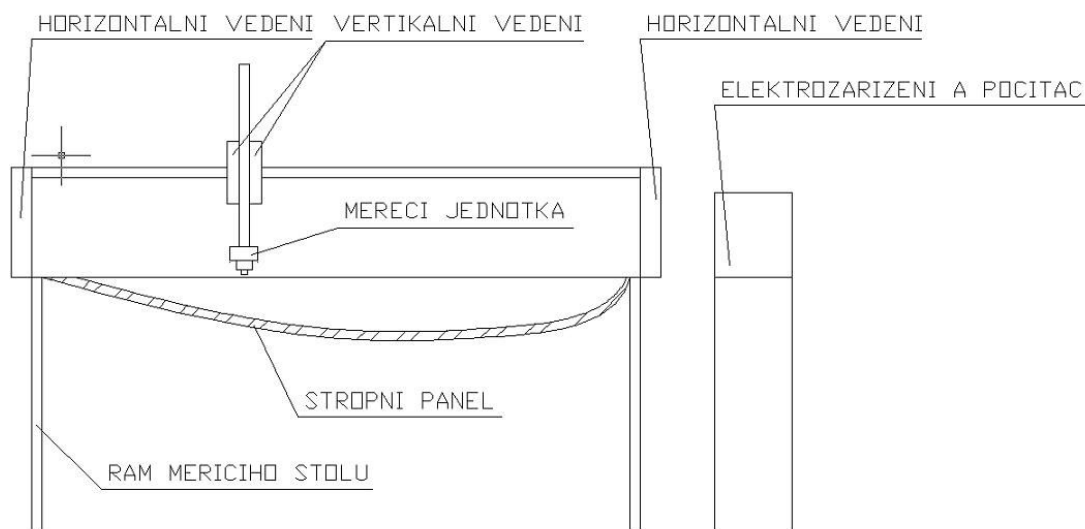


Obr. 3.1 Stropní panel s vytyčenými měřicími body

3.1.1 MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ

Měřicí zařízení (viz obr. 3.2) je složeno ze 4ks tlačných mechanismů a elektrického rozvaděče. Tlačné mechanismy sestávají z lineárního vedení nesoucího tenzometrický snímač pro snímání deformační síly. Pohyb snímače vykonává krokový motor spolu s trapézovým šroubem, který převádí rotační pohyb na lineární. Na tlačném mechanismu jsou dále umístěny dva indukční snímače pro detekci koncových poloh.

Elektrický rozvaděč obsahuje elektrické zařízení stroje a počítač s řídicím systémem. Řídicí systém zajišťuje chod celého stroje a spouští měřicí proces.



Obr. 3.2 Schéma měřicího zařízení EFPROM

3.1.2 VLASTNÍ MĚŘENÍ /10/

Stropní panel je při měření pevně zafixován v tvarových čelistech a v předepsaných místech deformován do průhybu v rozmezí 1÷10 mm, v našem případě tedy o 4 mm pro danou tloušťku PUR desky 6mm.

Měřicí cyklus začíná načtením sériového čísla z etikety měřeného stropu a referenčního čísla. Tato čísla jsou zobrazena na hlavní obrazovce počítače. Při chybě je možno tato čísla opětovně načíst, nejpozději však do začátku samotného měření.

Tenzometrický snímač společně s tlačným mechanismem pomalu vyjede proti stropnímu panelu a v okamžiku, kdy dojde ke kontaktu se stropním panelem, je o 4 mm zdeformuje (tento krok slouží k vymezení mechanických hysterezí stropu). Následně odjede na úroveň tlačné síly cca 0,5N (od tohoto nulového bodu je teprve počítán požadovaný deformační posun 4mm) a opět zdeformuje strop o požadovaný průhyb 4 mm. Řídicí systém po přednastavené časové prodlevě zjistí deformační sílu, potřebnou k deformaci stropního panelu v měřeném místě o 4 mm z tenzometrického převodníku. Po změření všech požadovaných bodů se tenzometrický snímač s tlačným elementem vrátí do své výchozí polohy.

Měření bylo provedeno při standardním prostředí 23/50 dle ČSN ISO 291 a naměřené výsledky deformačních sil pro jednotlivá místa měření stropního panelu v závislosti na teplotě lisování, době lisování a lisovacím tlaku jsou uvedeny v tab. 3.1 až tab. 3.3 a pro větší přehlednost zpracovány rovněž graficky na obr. 3.3 až obr. 3.33. Pro každé podmínky byly proměřeny vždy vzorky odebrané ze shodných třech stropních panelů.

Tab. 3.1 Tabulkové výsledky naměřené tuhosti při změně lisovací teploty

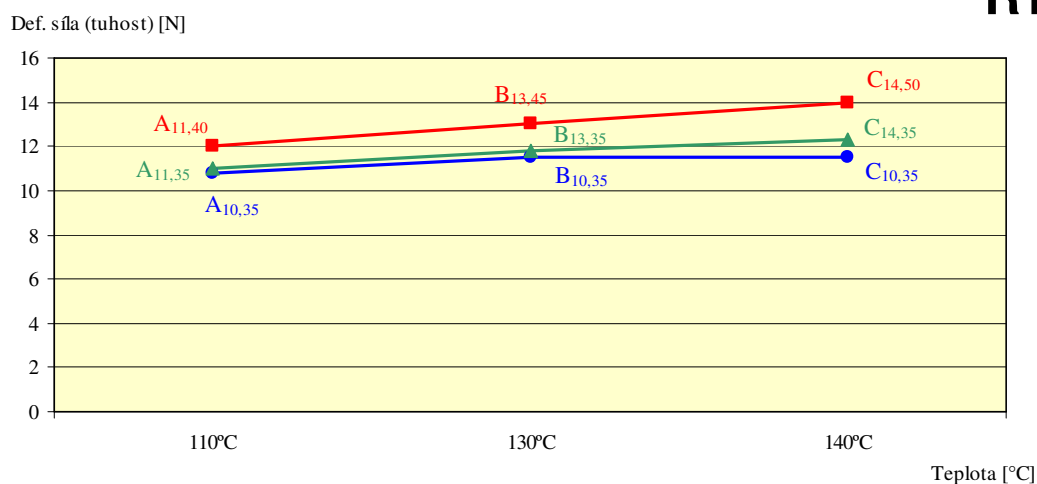
	A (T _L = 110°C)				B (T _L = 130°C)				C (T _L = 140°C)			
	t _L = 35s p _L = 10MPa											
Číslo panelu	1	2	3	Ø	1	2	3	Ø	1	2	3	Ø
R1	10,8	11,0	10,6	10,8±0,2	11,7	11,7	11,1	11,5±0,3	12,1	11,3	11,1	11,5±0,5
R6	23,0	21,4	21,6	22,0±0,9	23,2	20,5	22,2	22,0±1,4	21,8	21,6	22,5	22,0±0,5
R7	34,2	35,1	34,5	34,6±0,5	34,8	35,4	34,8	35,0±0,3	34,6	35,8	35,5	35,3±0,6
R8	56,4	56,7	57,3	56,8±0,5	57,2	56,7	56,8	56,9±0,3	55,9	56,5	57,5	56,6±0,8
R2	56,9	57,7	56,3	57,0±0,7	57,5	58,3	57,9	57,9±0,4	57,1	58,2	56,8	57,4±0,7
R9	14,6	14,6	15,3	14,8±0,4	15,9	15,3	14,9	15,4±0,5	15,1	15,2	14,2	14,8±0,6
R3	36,2	36,4	36,0	36,2±0,2	37,5	38,3	36,7	37,5±0,8	36,6	37,8	36,5	37,0±0,7
R10	20,6	19,4	20,8	20,3±0,8	19,1	22,3	21,5	21,0±1,7	19,9	21,4	19,3	20,2±1,1
R11	11,3	11,7	11,6	11,5±0,2	11,6	12,0	11,8	11,8±0,2	12,1	12,1	11,8	12,0±0,2
R4	44,5	43,7	45,5	44,6±0,9	43,2	43,4	45,0	43,9±1,0	44,3	43,2	45,1	44,2±1,0
R12	23,3	21,2	23,0	22,5±1,1	23,2	22,5	24,5	23,4±1,0	23,5	23,8	24,0	23,8±0,3
R5	60,8	60,0	53,3	58,0±4,1	61,4	61,6	62,6	61,9±0,6	59,9	60,5	61,3	60,6±0,7
R13	50,8	53,0	51,5	51,8±1,1	52,5	53,8	50,9	52,4±1,5	52,5	53,2	54,1	53,3±0,8
R14	36,4	38,6	34,1	36,4±2,3	37,7	35,3	36,1	36,4±1,2	35,2	36,9	37,0	36,4±1,0
L14	38,5	39,2	39,3	39,0±0,4	39,1	41,2	42,0	40,8±1,5	40,5	38,8	40,2	39,8±0,9
L13	50,1	51,6	51,2	51,0±0,8	53,2	50,9	51,1	51,7±1,3	52,5	52,9	51,2	52,2±0,9
L5	72,7	72,5	74,2	73,1±0,9	76,2	75,9	74,8	75,6±0,7	75,0	73,8	72,7	73,8±1,2
L12	20,2	21,2	21,5	21,0±0,7	21,2	20,8	21,3	21,1±0,3	20,8	20,9	21,1	20,9±0,2
L4	52,7	49,1	48,2	50,0±2,4	50,5	49,3	52,1	50,6±1,4	48,8	49,2	49,8	49,3±0,5
L11	13,9	14,9	14,6	14,5±0,5	14,0	15,8	15,1	15,0±0,9	14,0	14,2	14,4	14,2±0,2
L10	26,8	27,0	27,8	27,2±0,5	28,0	25,5	26,5	26,7±1,3	27,1	27,2	27,9	27,4±0,4
L3	40,6	41,6	42,1	41,4±0,8	42,7	41,2	40,9	41,6±1,0	42,5	42,9	40,2	41,8±1,5
L9	23,0	23,9	25,1	24,0±1,1	24,8	23,9	25,0	24,6±0,6	24,2	24,5	24,1	24,2±0,2
L2	68,9	70,3	68,4	69,2±1,0	71,9	71,5	70,5	71,3±0,7	68,8	69,9	70,2	69,6±0,7
L8	65,2	65,3	65,7	65,4±0,3	64,6	64,3	63,9	64,3±0,4	65,8	66,2	64,2	65,4±1,1
L7	44,6	45,9	44,3	44,9±0,8	46,5	45,2	44,9	45,5±0,9	44,6	45,2	45,0	44,9±0,3
L6	29,2	30,4	30,3	30,0±0,7	29,9	30,1	29,5	29,8±0,9	31,2	31,3	30,1	30,8±0,7
L1	12,2	12,3	13,7	12,7±0,8	12,7	12,8	13,8	13,1±0,6	13,7	12,8	12,9	13,1±0,5
M3	27,8	28,2	27,0	27,7±0,6	28,9	26,9	27,8	27,9±1,0	27,9	28,3	28,2	28,1±0,2
M2	26,4	26,2	27,0	26,5±0,4	27,6	26,6	27,5	27,2±0,6	27,0	27,1	26,9	27,0±0,1
M1	22,8	23,0	22,6	22,8±0,2	23,9	22,0	23,5	23,1±1,0	23,8	22,9	23,2	23,3±0,5

Tab. 3.2 Tabulkové výsledky naměřené tuhosti při změně lisovací teploty a tlaku

	A (T _L = 110°C)				B (T _L = 130°C)				C (T _L = 140°C)			
	p _L = 11MPa				p _L = 13MPa				p _L = 14MPa			
	t _L = 35s											
Číslo panelu	1	2	3	Ø	1	2	3	Ø	1	2	3	Ø
R1	10,9	11,5	10,6	11,0±0,5	11,2	12,1	12,0	11,8±0,5	12,8	12,3	11,8	12,3±0,5
R6	21,2	21,9	21,6	21,6±0,4	23,8	22,7	24,2	23,6±0,8	27,9	28,0	26,1	27,3±1,1
R7	34,9	34,5	35,0	34,8±0,3	34,8	36,9	36,3	36,0±1,1	37,5	37,2	37,1	37,3±0,2
R8	60,2	59,1	64,8	61,4±3,0	61,5	66,7	63,5	63,9±2,6	66,5	65,4	66,2	66,0±0,6
R2	58,1	60,2	60,9	59,7±1,5	63,2	59,9	64,2	62,4±2,3	63,2	64,5	63,9	63,9±0,7
R9	13,1	11,9	12,5	12,5±0,6	16,0	14,8	15,2	15,3±0,6	14,2	15,8	16,9	15,6±1,4
R3	37,8	38,2	37,1	37,7±0,6	38,9	39,7	42,9	40,5±2,1	43,0	45,1	44,8	44,3±1,1
R10	21,9	20,8	20,9	21,2±0,6	22,5	23,8	23,4	23,2±0,5	23,2	24,1	25,0	24,1±0,9
R11	11,1	11,8	11,7	11,5±0,4	11,9	11,6	12,5	12,0±0,5	12,4	13,9	13,7	13,3±0,8
R4	44,6	43,8	44,8	44,4±0,5	45,7	47,0	46,2	46,3±0,7	47,1	45,0	46,3	46,1±1,1
R12	23,3	24,1	24,9	24,1±0,8	27,1	28,9	28,3	28,1±0,9	27,2	28,9	27,6	27,9±0,9
R5	61,2	62,3	60,9	61,5±0,7	63,8	64,5	65,8	64,7±1,0	68,9	68,2	67,5	68,2±0,7
R13	59,2	57,8	60,3	59,1±1,3	61,2	60,7	59,9	60,6±0,7	60,5	61,9	61,1	61,2±0,4
R14	40,4	40,1	39,7	40,1±0,4	40,5	39,2	39,5	39,7±0,7	39,7	40,2	39,8	39,9±0,3
L14	38,5	39,5	39,1	39,0±0,5	41,1	40,6	40,8	40,8±0,3	40,1	40,9	39,5	40,2±0,7
L13	51,1	52,1	52,3	51,8±0,6	50,9	54,5	53,2	52,9±1,8	52,1	52,9	52,5	52,5±0,4
L5	71,8	70,8	72,0	71,5±0,6	74,1	75,5	75,2	74,9±0,7	74,9	74,7	73,8	74,5±0,6
L12	20,9	21,3	21,1	21,1±0,2	21,9	22,3	22,6	22,3±0,4	21,8	22,2	23,0	22,3±0,6
L4	50,8	51,0	51,2	51,0±0,2	52,3	54,1	53,3	53,2±0,9	51,9	49,8	52,6	51,4±1,5
L11	15,3	15,0	14,9	15,1±0,2	16,0	15,5	15,8	15,8±0,3	15,7	15,1	15,1	15,3±0,3
L10	26,7	26,3	26,1	26,4±0,3	27,0	26,9	28,5	27,5±0,9	26,2	26,3	26,0	26,2±0,5
L3	40,9	41,1	41,0	41,0±0,1	42,4	42,7	41,9	42,3±0,4	42,1	41,5	43,0	42,2±0,8
L9	23,5	23,9	24,1	23,8±0,3	24,5	24,6	24,4	24,5±0,1	25,0	24,9	24,6	24,8±0,2
L2	71,2	70,2	69,0	70,1±1,1	72,1	71,9	72,5	72,2±0,3	72,0	72,4	71,8	72,1±0,3
L8	66,0	67,2	65,6	66,3±0,8	66,9	64,7	66,8	66,1±1,2	66,9	68,3	67,5	67,6±0,7
L7	46,3	46,1	45,3	45,9±0,5	47,3	47,5	46,3	47,0±0,6	47,0	47,3	47,2	47,2±0,2
L6	30,4	30,4	29,9	30,2±0,3	32,2	31,1	32,8	32,0±0,9	33,2	32,1	32,2	32,5±0,6
L1	12,0	12,2	11,9	12,0±0,2	12,1	12,6	12,3	12,3±0,3	13,2	13,3	13,1	13,2±0,1
M3	27,8	27,5	28,1	27,8±0,3	29,8	29,5	29,2	29,5±0,3	29,9	29,8	28,9	29,5±0,6
M2	26,0	26,3	26,2	26,2±0,2	26,9	26,9	27,5	26,9±0,3	25,8	26,8	26,9	26,5±0,6
M1	22,5	22,1	22,5	22,4±0,2	23,6	23,6	23,8	23,2±0,1	23,0	23,9	23,9	23,6±0,5

Tab. 3.3 Tabulkové výsledky naměřené tuhosti při změně lisovací teploty, tlaku a času

	A ($T_L = 110^\circ\text{C}$)				B ($T_L = 130^\circ\text{C}$)				C ($T_L = 140^\circ\text{C}$)			
	$t_L = 40\text{s}$ $p_L = 11\text{MPa}$				$t_L = 45\text{s}$ $p_L = 13\text{MPa}$				$t_L = 50\text{s}$ $p_L = 14\text{MPa}$			
Číslo panelu	1	2	3	Ø	1	2	3	Ø	1	2	3	Ø
R1	11,8	12,1	12,1	12,0±0,2	12,8	13,0	13,2	13,0±0,2	14,0	14,0	14,1	14,0±0,1
R6	22,5	24,9	24,7	24,0±1,3	25,1	25,9	26,5	25,8±0,7	28,0	28,2	29,1	28,4±0,6
R7	35,6	37,7	38,2	37,2±1,4	41,3	41,7	41,8	41,6±0,3	44,9	45,1	46,3	45,4±0,8
R8	57,5	60,9	61,1	59,8±2,0	66,9	67,5	68,2	67,5±0,7	71,3	71,7	72,3	71,8±0,5
R2	57,4	60,1	60,8	59,4±1,8	63,2	64,1	65,0	64,1±0,9	70,1	69,8	70,8	70,2±0,5
R9	15,3	16,6	16,9	16,3±0,9	17,5	17,8	18,5	17,9±0,5	19,1	19,0	19,8	19,3±0,4
R3	38,4	39,9	40,3	39,5±1,0	42,4	43,1	43,8	43,1±0,7	47,9	48,4	49,5	48,6±0,8
R10	20,5	22,0	22,4	21,6±1,0	23,2	24,5	24,8	24,2±0,9	25,1	25,4	25,9	25,5±0,4
R11	11,7	12,4	12,7	12,3±0,5	12,6	12,9	13,0	12,8±0,2	13,7	14,0	14,2	14,0±0,3
R4	44,9	46,2	46,7	45,9±0,9	47,7	48,2	48,8	48,2±0,6	50,7	50,8	51,6	51,0±0,5
R12	23,5	24,6	25,1	24,4±0,8	29,3	30,7	31,5	30,5±1,1	33,8	33,6	34,7	34,0±0,6
R5	60,5	62,4	63,2	62,0±1,4	66,0	66,8	67,3	66,7±0,7	71,2	70,8	72,8	71,6±1,1
R13	51,3	53,4	53,5	52,7±1,2	59,8	60,2	60,9	60,3±0,6	64,2	64,3	65,2	64,6±0,6
R14	36,4	37,1	37,7	37,1±0,7	37,8	38,2	37,9	38,4±0,2	39,8	39,6	40,5	40,0±0,5
L14	38,9	41,0	40,9	40,3±1,2	41,0	41,5	41,7	41,4±0,4	43,5	44,2	44,9	44,2±0,7
L13	50,8	52,3	53,3	52,1±1,3	56,7	57,5	58,3	57,5±0,8	60,1	60,6	61,3	60,7±0,6
L5	74,0	79,8	80,7	78,2±3,6	93,6	95,6	94,7	94,6±1,0	100,7	100,9	102,3	101,3±0,9
L12	20,3	21,5	21,7	21,2±0,8	22,1	22,5	22,7	22,4±0,3	23,2	23,2	24,1	23,5±0,5
L4	49,2	51,3	51,1	50,5±1,2	54,7	55,3	56,5	55,5±0,9	61,2	60,9	62,0	61,4±1,0
L11	13,6	15,3	15,8	14,9±1,2	16,0	16,1	16,2	16,1±0,1	16,9	17,0	17,5	17,1±0,3
L10	26,7	28,0	27,9	27,5±0,7	27,2	28,1	28,4	27,9±0,6	29,3	29,0	30,2	29,5±0,6
L3	41,4	43,2	44,0	42,9±1,3	44,1	44,7	44,9	44,6±0,4	45,9	46,1	47,0	46,3±0,6
L9	23,3	24,6	25,2	24,4±1,0	26,4	26,6	27,4	26,8±0,5	28,0	27,9	28,9	28,3±0,6
L2	69,0	70,5	71,1	70,2±1,1	73,5	73,9	74,6	74,0±0,6	75,9	75,3	76,8	76,0±0,8
L8	65,4	67,4	67,7	66,8±1,3	68,6	69,3	69,9	69,3±0,7	70,8	71,2	70,2	70,7±0,5
L7	45,3	47,0	47,7	46,7±1,2	48,3	48,6	49,3	48,7±0,5	50,9	51,3	52,2	51,5±0,7
L6	29,2	30,5	31,4	30,4±1,1	33,8	34,2	34,8	34,3±0,5	36,2	36,1	37,2	36,0±0,6
L1	12,7	13,5	13,6	13,3±0,5	14,1	14,6	14,3	14,3±0,3	15,2	15,3	16,1	15,5±0,5
M3	28,8	30,2	30,1	29,7±0,8	31,8	32,5	33,2	32,5±0,7	33,9	33,8	34,9	34,2±0,6
M2	27,0	27,7	27,5	27,4±0,4	27,4	28,9	28,5	28,3±0,8	29,1	28,8	29,9	29,3±0,6
M1	22,7	23,7	23,5	23,3±0,5	24,3	24,6	24,8	24,6±0,3	26,0	25,9	26,9	26,3±0,6

R1**Obr. 3.3 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě R1**

Legenda značení : A(B,C)_{x,y}

kde :

A = 110°C

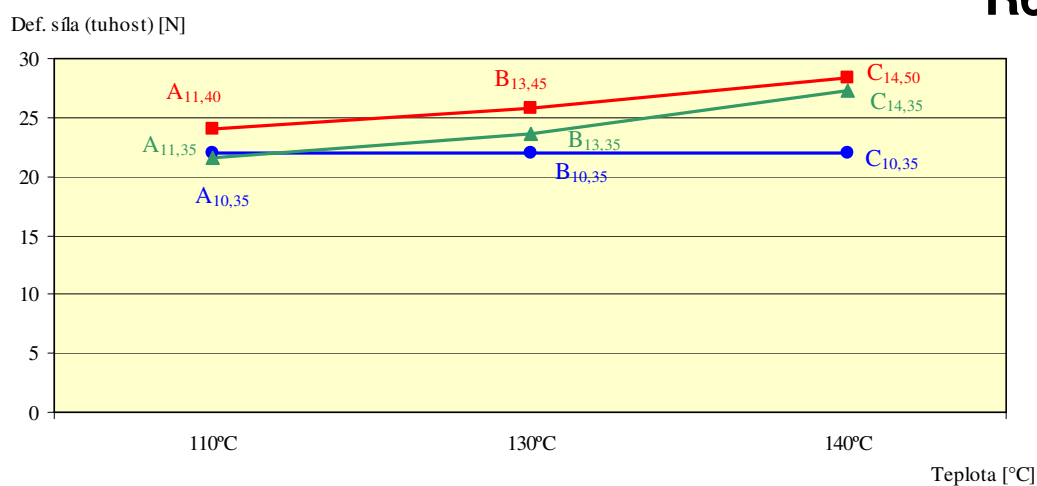
B = 130°C

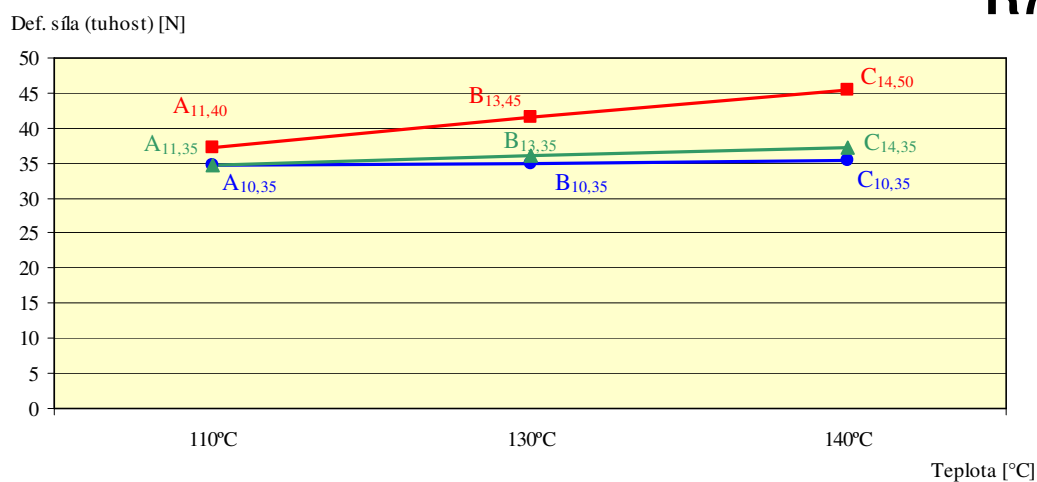
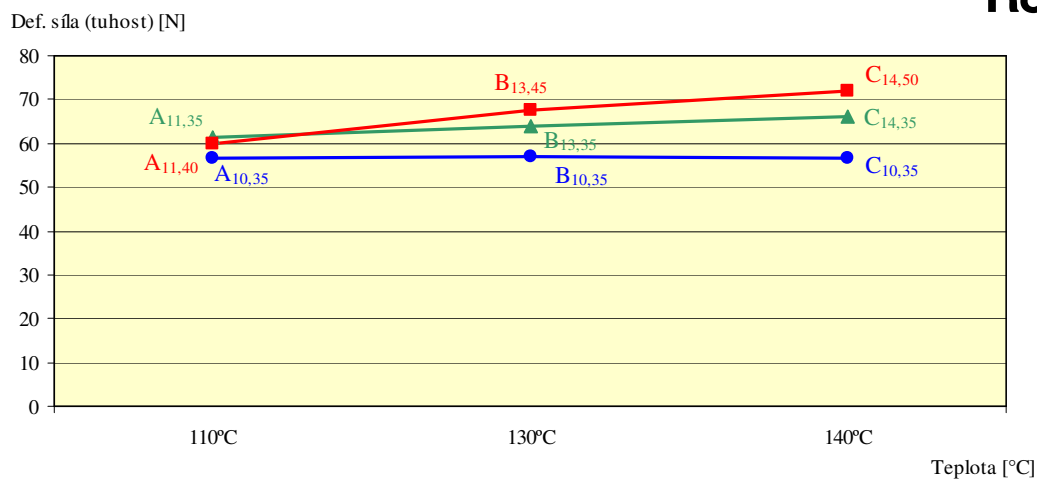
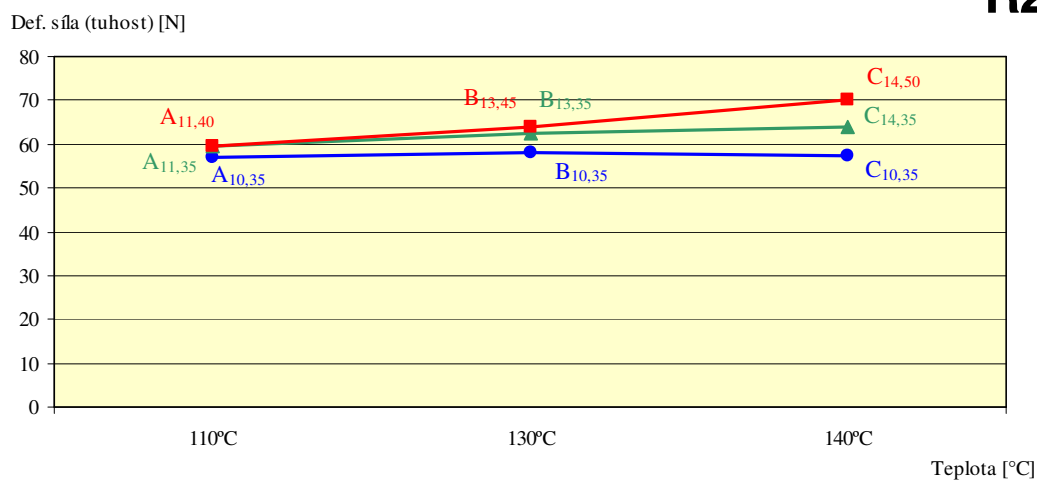
C = 140°C

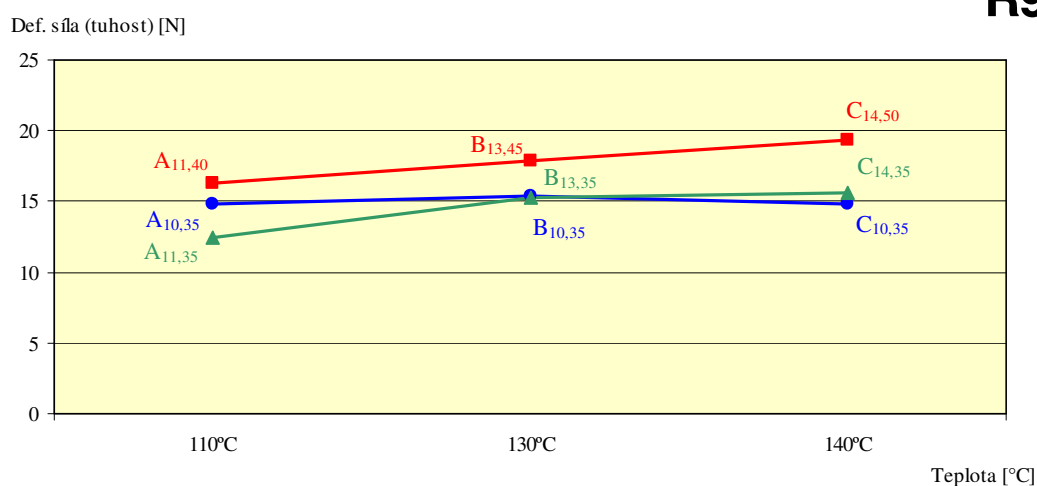
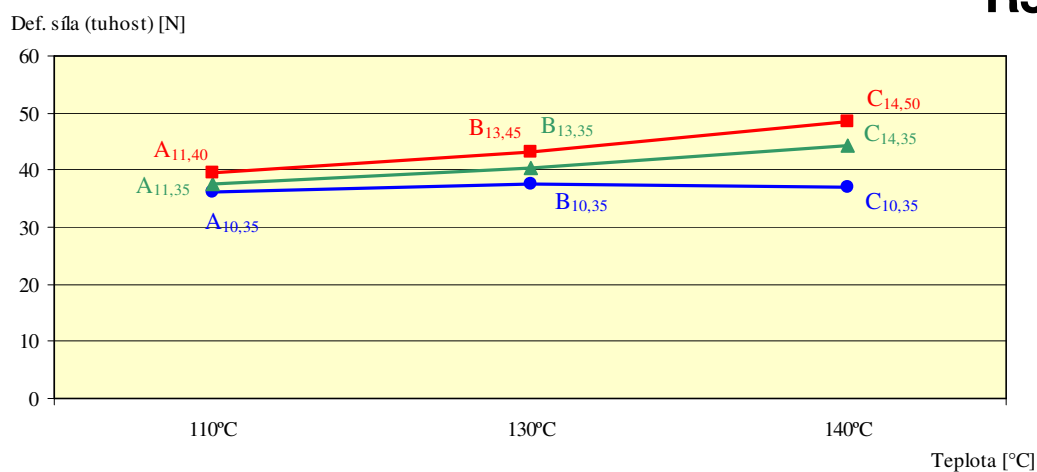
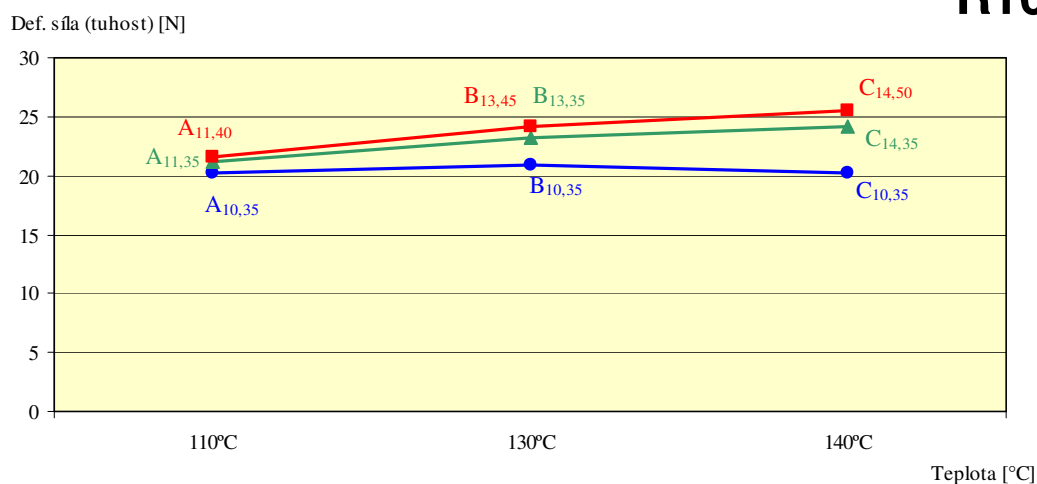
x = lisovací tlak [MPa]

y = lisovací čas [s]

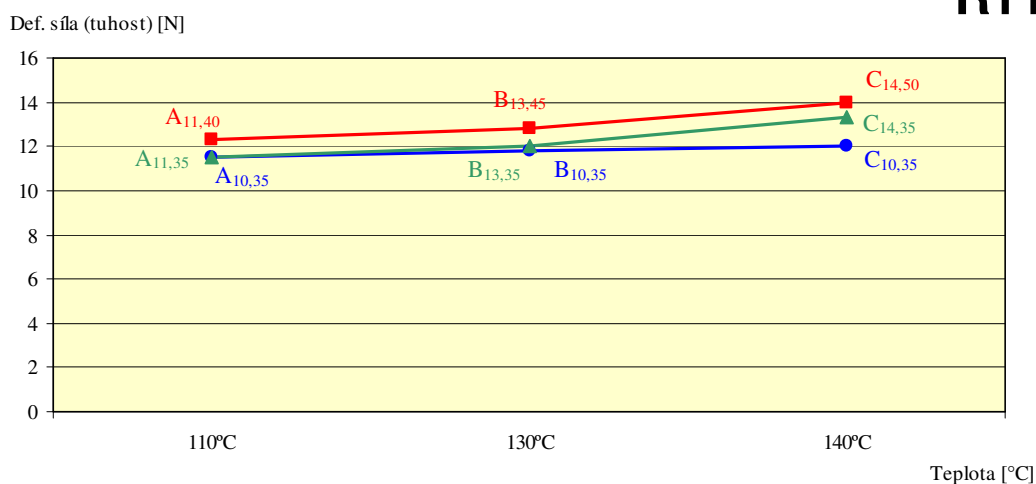
př. A_{10,35} ... teplota 110°C, lisovací tlak 10MPa, lisovací čas 35s

R6**Obr. 3.4 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě R6**

R7**Obr. 3.5 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě R7****R8****Obr. 3.6 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě R8****R2****Obr. 3.7 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě R2**

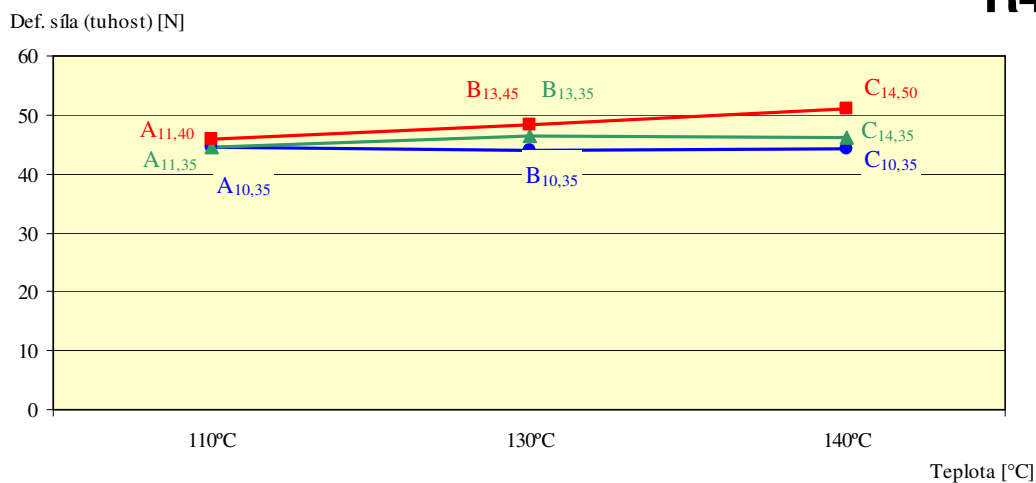
R9**Obr. 3.8 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě R9****R3****Obr. 3.9 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě R3****R10****Obr. 3.10 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě R3**

R11



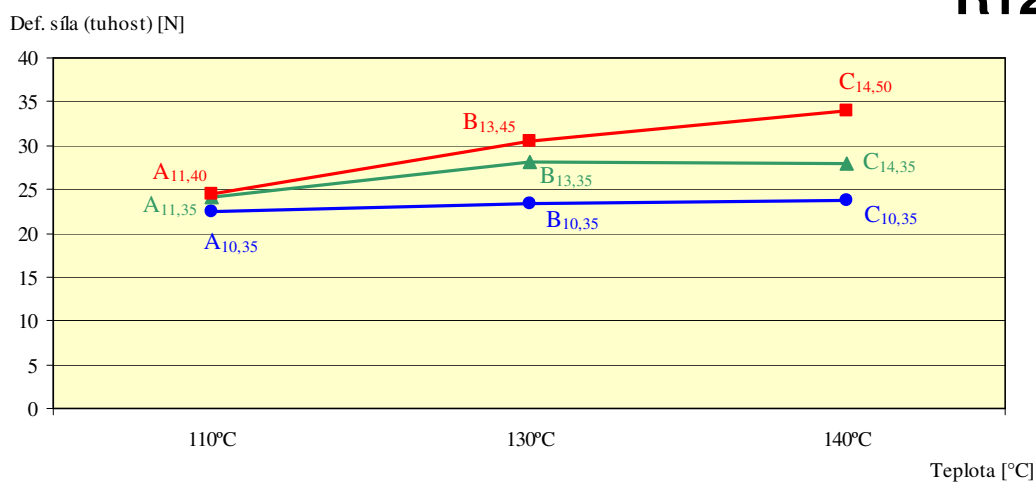
Obr. 3.11 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě R11

R4

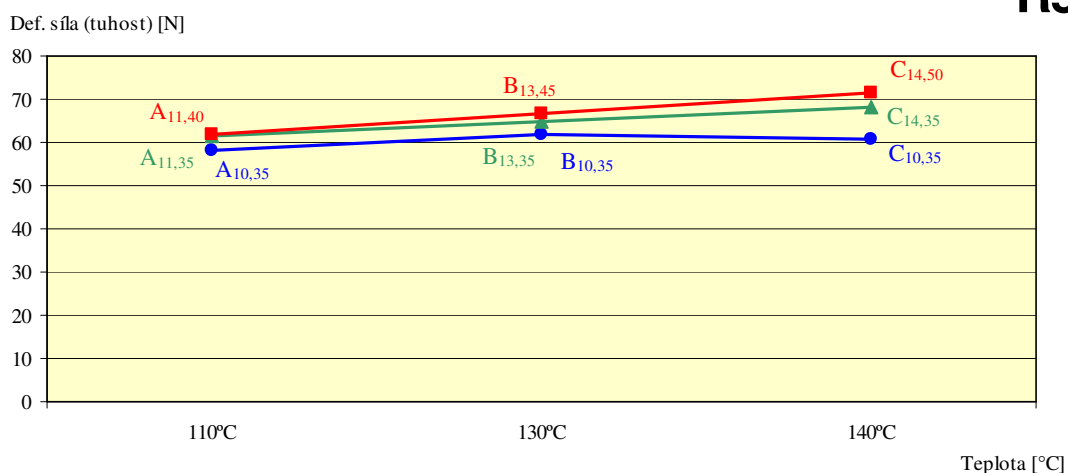
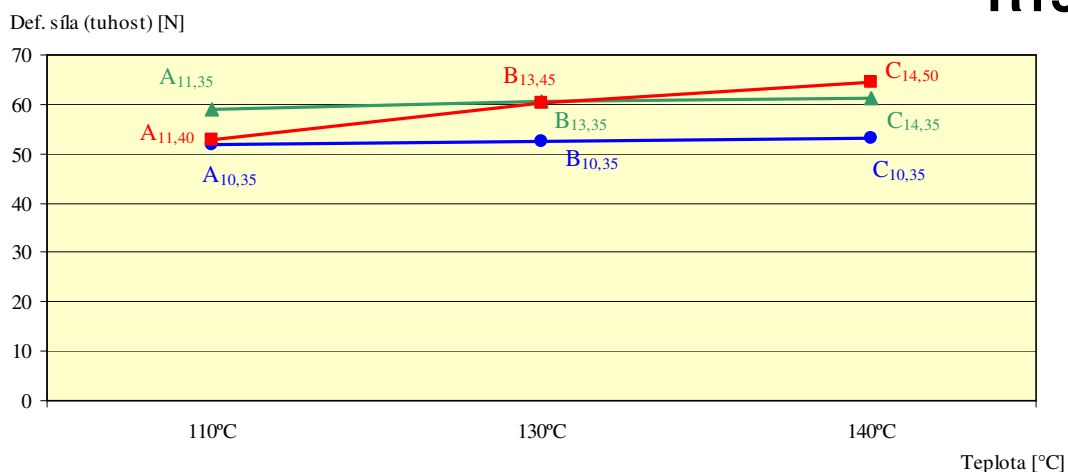
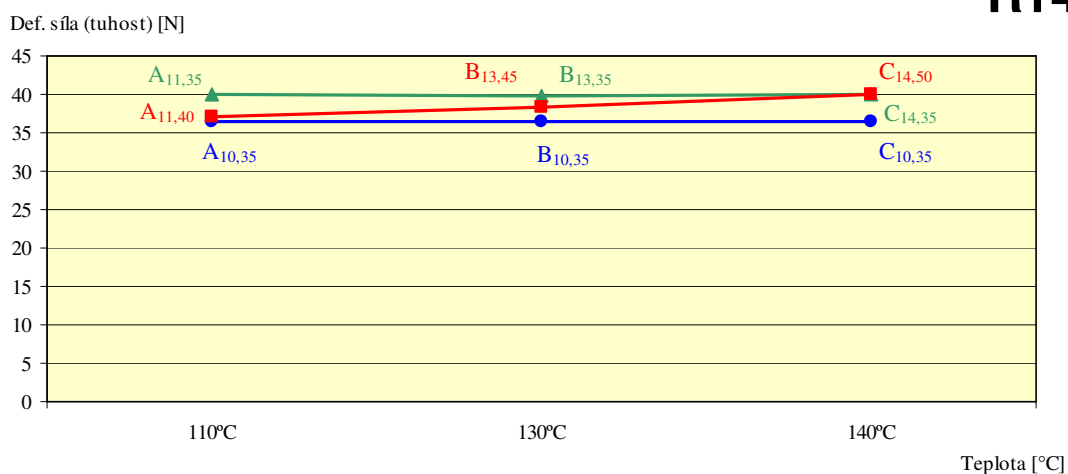


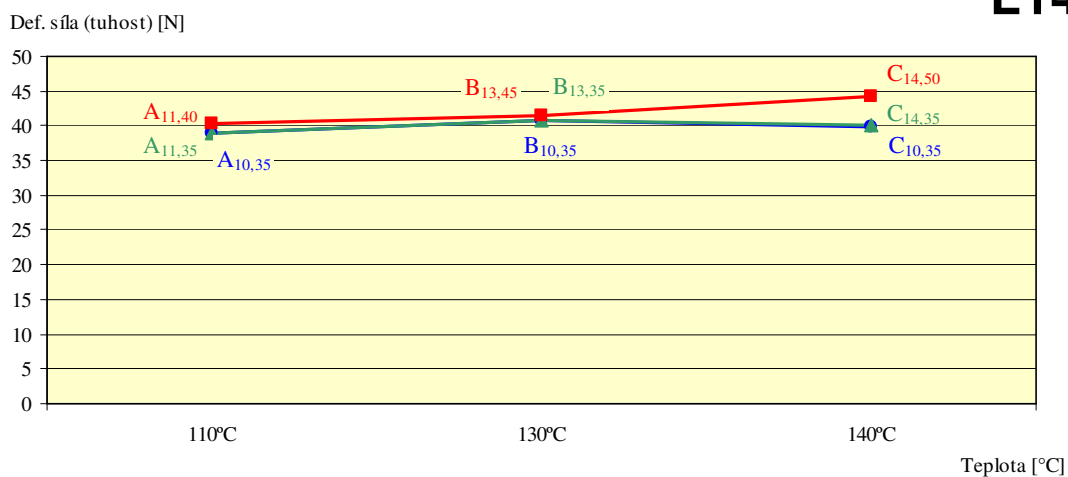
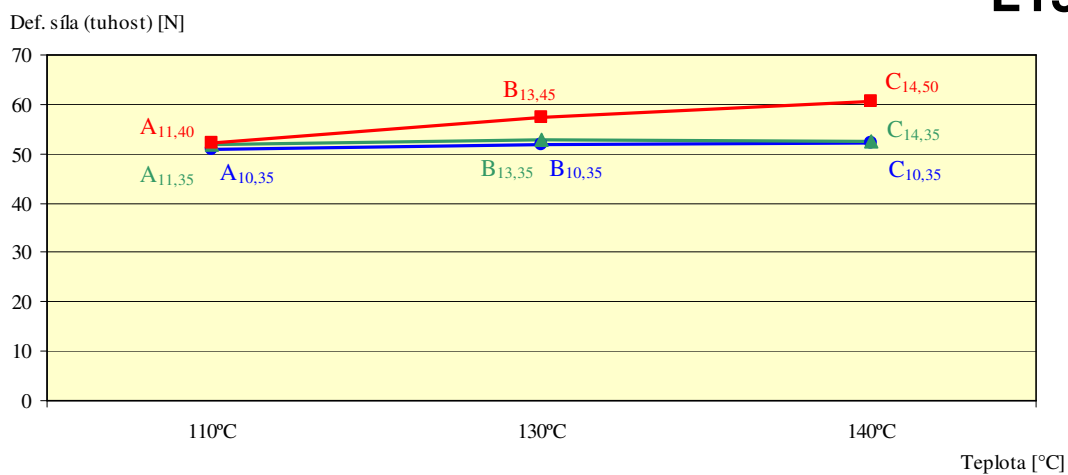
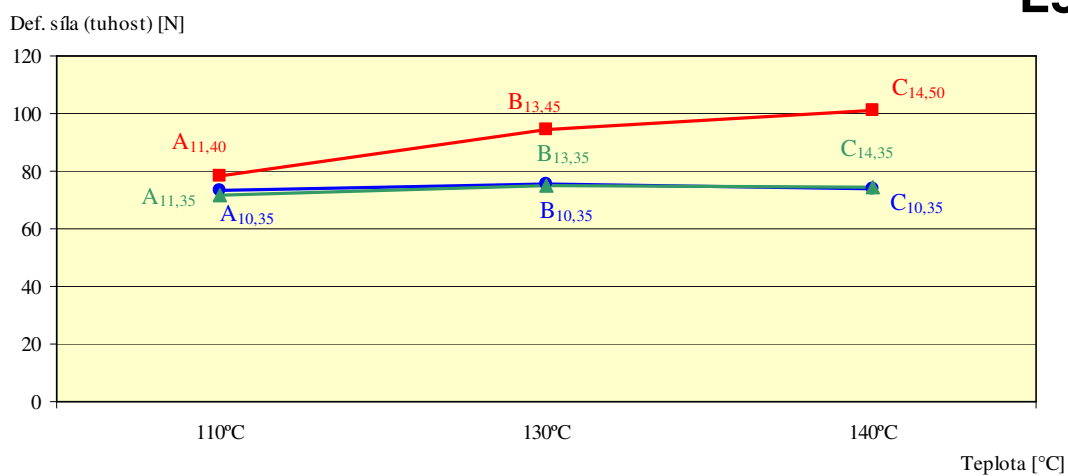
Obr. 3.12 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě R4

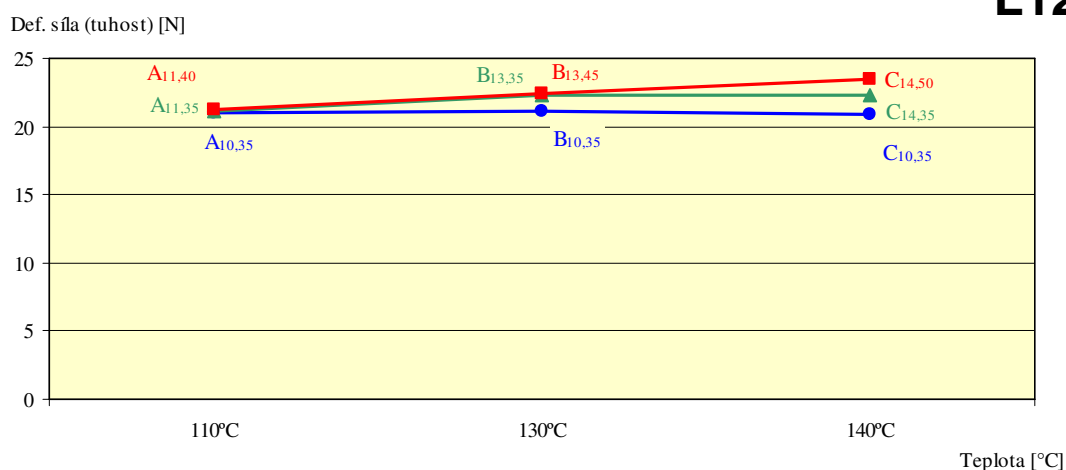
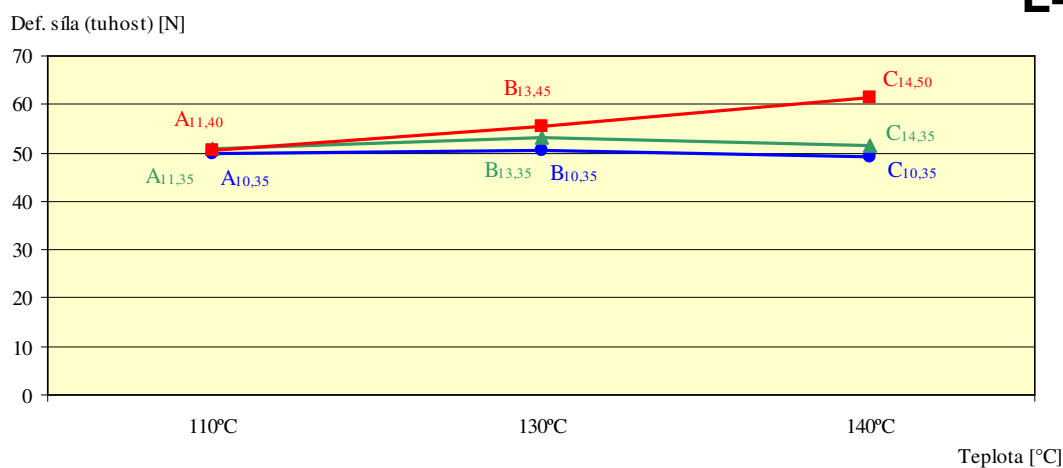
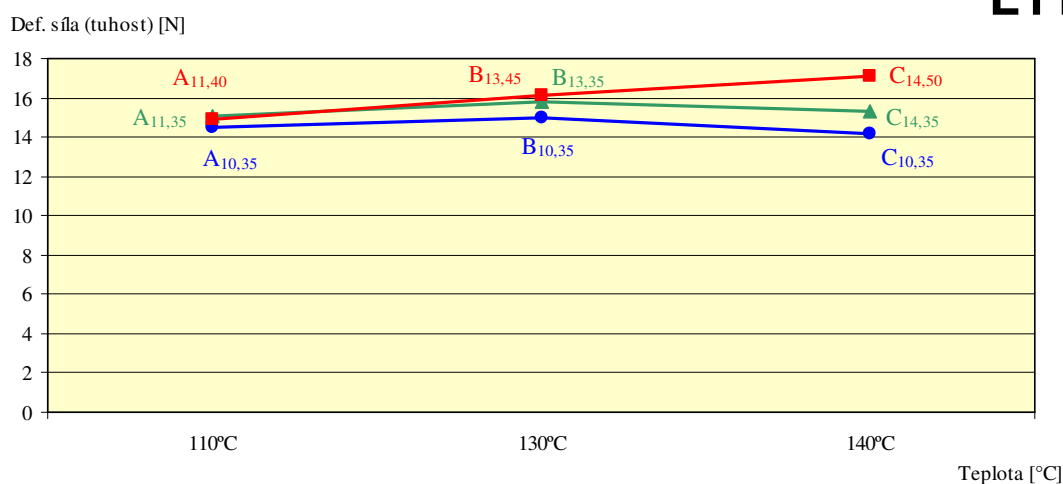
R12

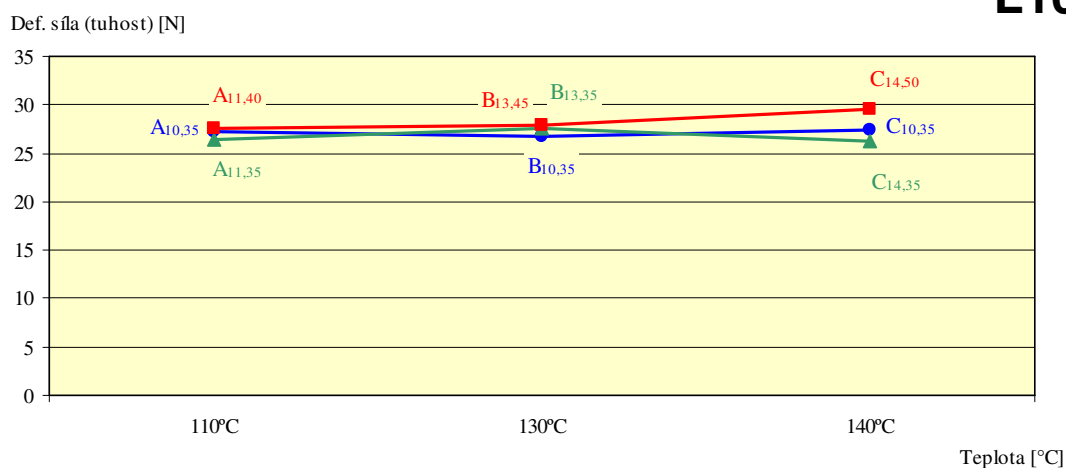
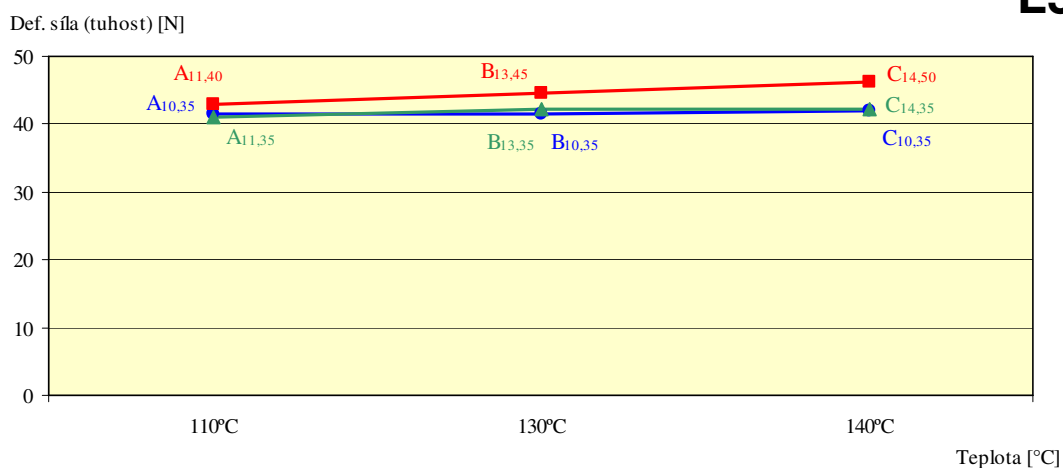
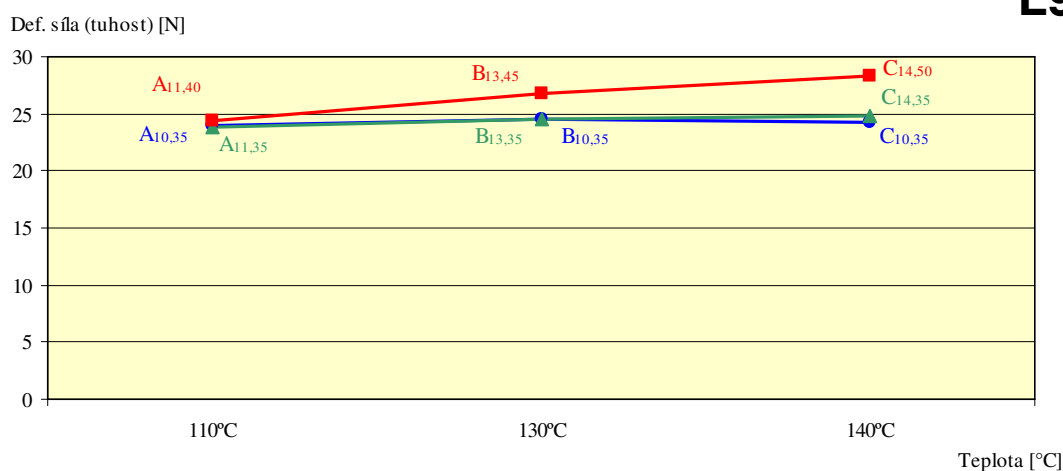


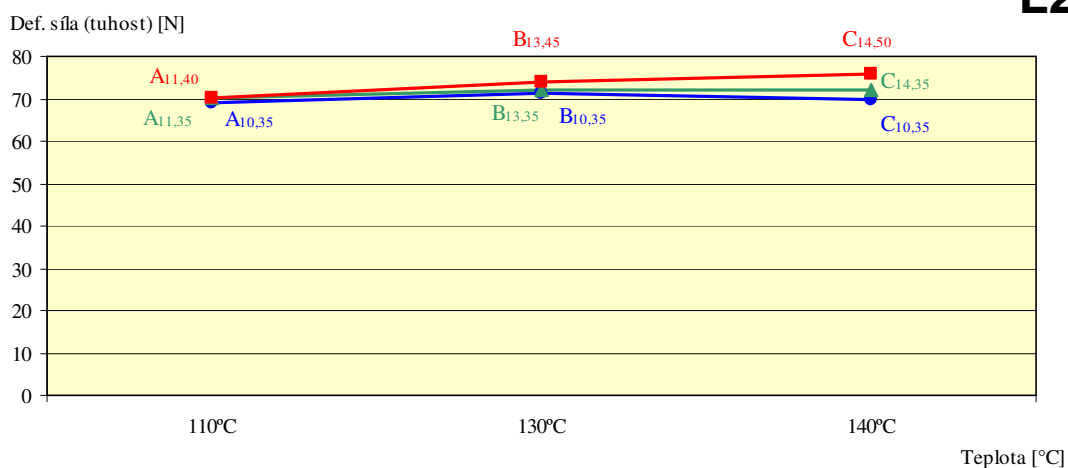
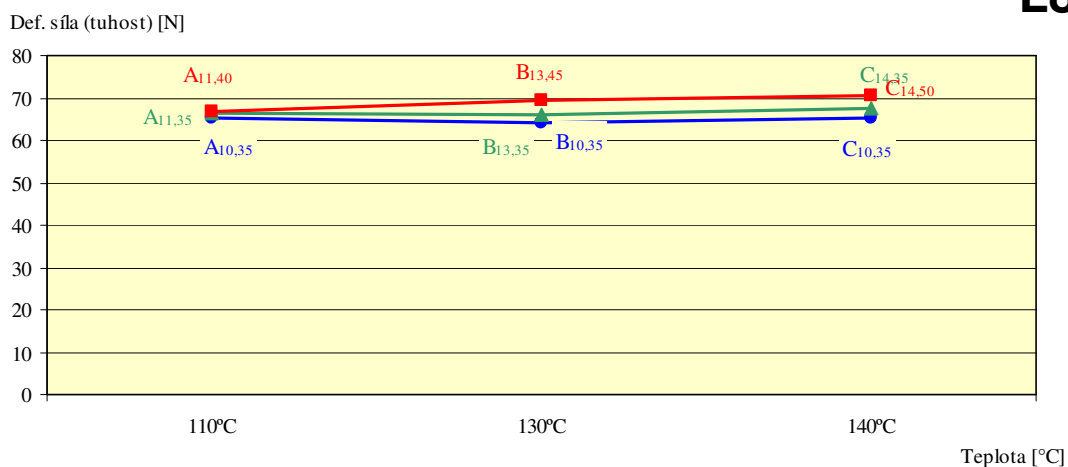
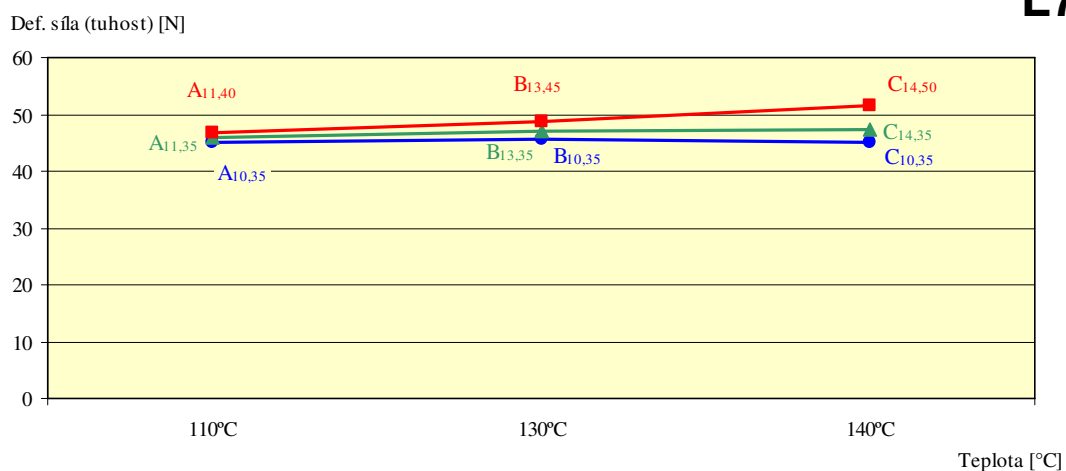
Obr. 3.13 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě R12

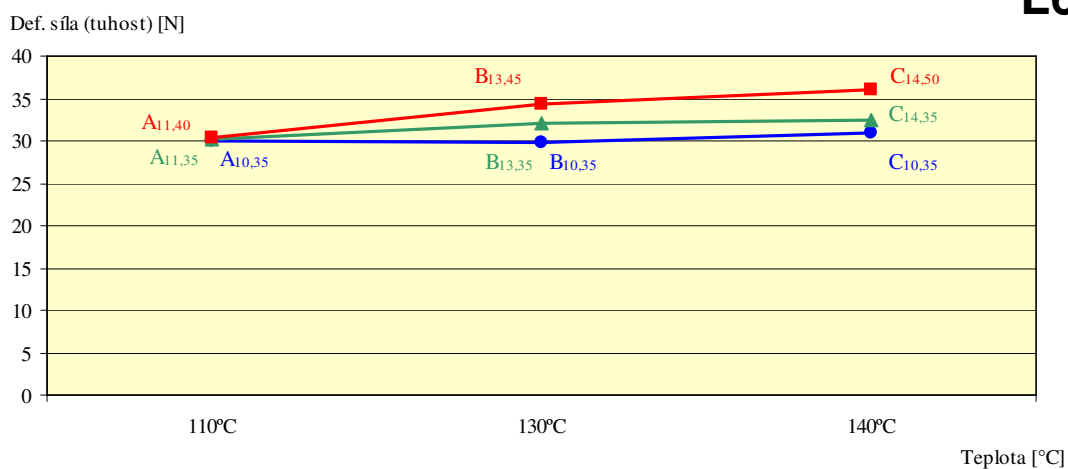
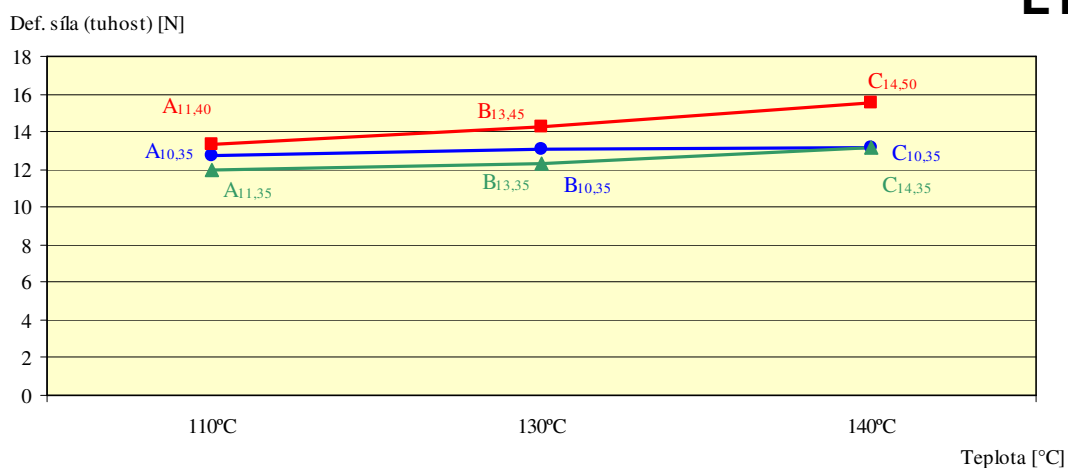
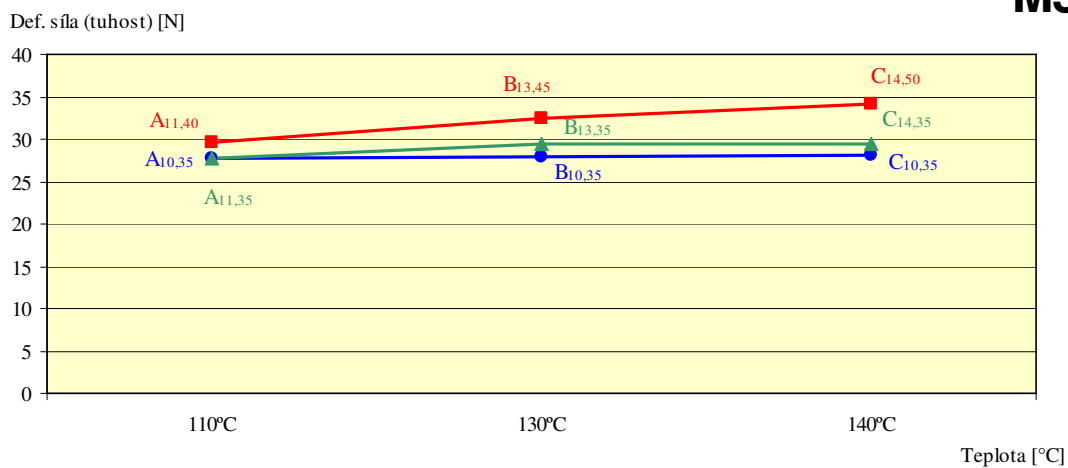
R5**Obr. 3.14 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě R5****R13****Obr. 3.15 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě R13****R14****Obr. 3.16 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě R14**

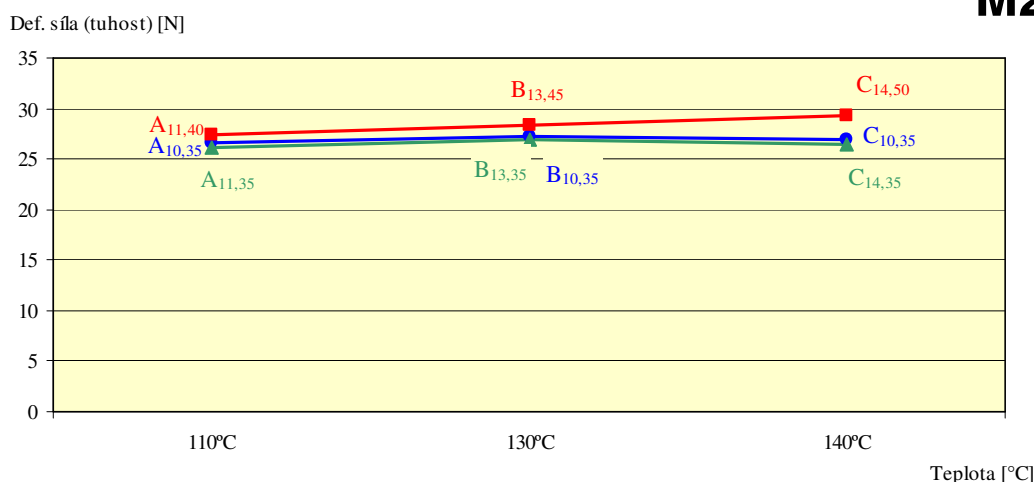
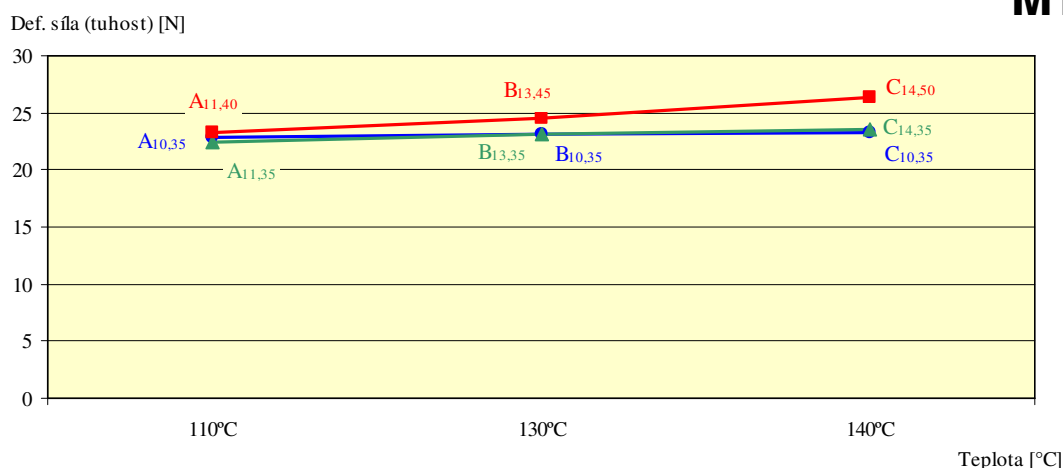
L14**Obr. 3.17 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě L14****L13****Obr. 3.18 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě L13****L5****Obr. 3.19 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě L5**

L12**Obr. 3.20 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě L12****L4****Obr. 3.21 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě L4****L11****Obr. 3.22 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě L11**

L10**Obr. 3.23 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě L10****L3****Obr. 3.24 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě L3****L9****Obr. 3.25 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě L9**

L2**Obr. 3.26 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě L2****L8****Obr. 3.27 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě L8****L7****Obr. 3.28 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě L7**

L6**Obr. 3.29 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě L6****L1****Obr. 3.30 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě L1****M3****Obr. 3.31 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě M3**

M2**Obr. 3.32 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě M2****M1****Obr. 3.33 Závislost tuhosti na technologických parametrech v bodě M1**

3.2 MĚŘENÍ SOUDRŽNOSTI SENDVIČE A DEKORU /11/

Metoda měření soudržnosti je stanovena zkouškou přilnavosti ve smyku mezi dekorem a sendvičem. Podstata zkoušky spočívá v tom, že jsou zkušební vzorky o rozměrech 50x210mm (s tolerancí $\pm 0,2\text{mm}$) kondicionovány při různých teplotách (viz kap. 3.2.1) po dobu 24 hodin. Po kondiciaci jsou zkušební vzorky v souladu s podnikovou normou upnuty jeden po druhém na univerzální zkušební stroj INSTRON 4411 (viz. obr 3.34) a testovány na dráze $l = 30, 40, 50, 60, 70$ a 80mm , při nichž je zjišťována minimální potřebná síla nutná k odtržení dekoru od sendviče.

Aby zkouška byla považována za vyhovující musí být minimální potřebná síla k odtržení dekoru od sendviče alespoň $F = 30\text{N}$ a v takovémto případě výrobek splňuje požadavky kladené na soudržnost sendviče a dekoru, dle /11/.



Obr. 3.34 Univerzální měřící zařízení INSTRON 4411

3.2.1 VLASTNÍ MĚŘENÍ

Ze stropních panelů byly odebrány mechanickým obráběním dvě sady zkušebních vzorků o rozměrech 50x210mm (vždy ze stejné oblasti). Jedna sada byla kondicionována ve standardním prostředí 23/50 (teplotě 23°C a vlhkosti 50%) po dobu 24 hodin a druhá při teplotě -40°C, rovněž po dobu 24 hodin /11/. Po kondicionaci byly vzorky měřeny na uvedeném zařízení INSTRON 4411 a to tak, že se nejdříve vzorek v dolní části naříznul podélně v délce 50 mm aby byl zvlášť dekor s netkanou textilií a PUR deska s netkanou textilií. PUR deska s textilií se upne do dolních pevných čelistí, dekor s netkanou textilií do horních pohyblivých čelistí. Poté následuje vlastní měření, při němž je dekor s netkanou textilií smykovým napětím oddělován od PUR desky s netkanou textilií a vyhodnocována je minimální síla potřebná k oddělení dekoru od sendviče na určité dráze po „ujetí“ předběžné dráhy 30 mm.

Naměřené hodnoty deformačních sil potřebných k oddělení dekoru od sendviče v závislosti na dráze $l = 30, 40, 50, 60, 70$ a 80mm na niž zkouška proběhla jsou uvedeny v tab. 3.4 až tab. 3.5 a pro větší přehlednost zpracovány rovněž graficky na obr. 3.35 až obr. 3.46. Pro každé podmínky byly proměřeny vždy vzorky odebrané ze shodných třech stropních panelů

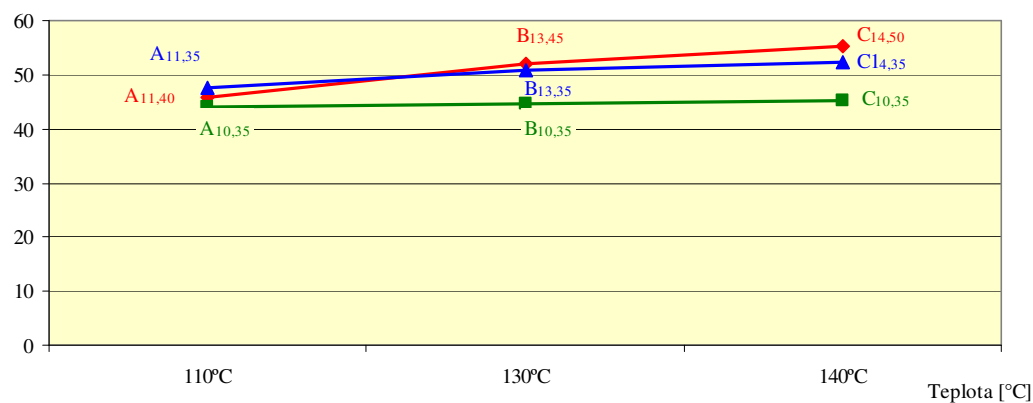
Tab. 3.4 Tabulkové hodnoty pevnosti kondiciované při 23°C/24h

Technologické parametry			-40°C/24h								
			Číslo panelu	F ₃₀ [N]	F ₄₀ [N]	F ₅₀ [N]	F ₆₀ [N]	F ₇₀ [N]	F ₈₀ [N]	Výsledek	
A (T _L = 110°C)	p _L = 10MPa t _L = 35s		1	44,3	41,9	40,1	40,1	40,5	38,5	+	
			2	44,1	41,5	39,8	39,9	40,5	38,1	+	
			3	43,9	41,1	39,5	38,9	40,7	38,0	+	
			Ø	44,1±0,2	41,5±0,4	39,8±0,3	39,6±0,6	40,6±0,1	38,2±0,3	+	
B (T _L = 130°C)			1	44,1	42,6	40,3	39,5	40,6	39,3	+	
			2	45,0	43,1	41,8	39,0	40,9	38,9	+	
			3	44,6	42,8	40,8	40,2	41,2	39,1	+	
			Ø	44,6±0,5	42,8±0,3	41,0±0,8	39,6±0,6	40,9±0,3	39,1±0,2	+	
C (T _L = 140°C)			1	45,5	43,9	41,3	39,1	40,8	39,2	+	
			2	45,1	44,2	41,6	39,7	41,6	39,9	+	
			3	45,0	43,3	40,9	39,8	41,2	40,1	+	
			Ø	45,2±0,3	43,8±0,5	41,3±0,4	39,5±0,4	41,2±0,4	39,7±0,5	+	
A (T _L = 110°C)	t _L = 35s	p _L = 11MPa	1	47,1	44,1	40,4	39,8	38,9	39,9	+	
			2	48,1	44,7	39,9	39,1	39,2	39,7	+	
			3	47,6	43,9	40,9	39,3	40,3	39,3	+	
			Ø	47,6±0,5	44,2±0,4	40,4±0,5	39,4±0,4	39,5±0,7	39,6±0,3	+	
B (T _L = 130°C)		p _L = 13MPa	1	50,8	46,5	41,5	39,8	40,2	39,8	+	
			2	51,1	47,1	42,2	39,6	39,4	40,2	+	
			3	50,9	47,5	39,9	40,2	39,5	40,6	+	
			Ø	50,9±0,2	47,0±0,5	41,2±1,2	39,9±0,3	39,7±0,4	40,2±0,4	+	
C (T _L = 140°C)		p _L = 14MPa	1	51,5	48,9	40,9	40,8	40,8	39,6	+	
			2	53,0	50,8	41,2	40,2	41,1	40,8	+	
			3	52,1	51,2	41,1	41,1	40,5	40,9	+	
			Ø	52,2±0,8	50,3±1,2	41,1±0,2	40,7±0,5	40,8±0,3	40,4±0,7	+	
A (T _L = 110°C)	p _L = 11MPa t _L = 40s		1	46,1	43,2	41,1	40,3	42,5	41,8	+	
			2	45,1	42,6	40,8	40,1	41,5	41,7	+	
			3	46,3	44,8	41,5	40,8	41,7	41,3	+	
			Ø	45,8±0,6	43,5±1,1	41,1±0,4	40,4±0,4	41,9±0,5	41,6±0,3	+	
B (T _L = 130°C)			p _L = 13MPa t _L = 45s	1	51,1	49,3	41,3	40,9	40,7	40,8	+
				2	52,0	50,1	41,8	41,6	40,8	41,2	+
				3	52,6	52,1	40,5	40,2	35,1	41,6	+
				Ø	51,9±0,8	50,5±1,4	41,2±0,7	40,9±0,7	38,9±3,3	41,2±0,4	+
C (T _L = 140°C)			p _L = 14MPa t _L = 50s	1	55,5	53,6	45,3	44,6	43,8	42,6	+
				2	55,1	53,9	45,1	44,8	43,6	42,8	+
				3	55,3	51,9	45,1	44,1	44,3	41,5	+
				Ø	55,3±0,2	53,1±1,1	45,2±0,1	44,5±0,4	43,9±0,4	42,3±0,7	+

Tab. 3.5: Tabulkové výsledky naměřené pevnosti kondiciované při -40°C/24h

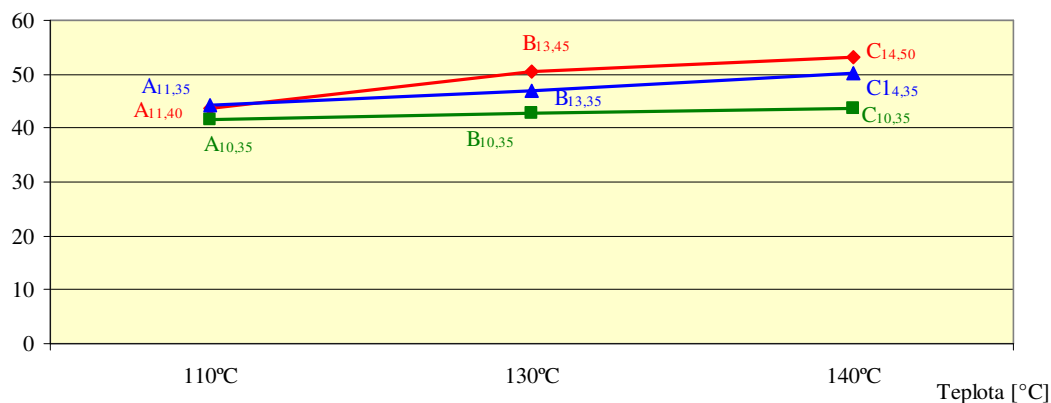
Technologické parametry			-40°C/24h							
			Číslo panelu	F ₃₀ [N]	F ₄₀ [N]	F ₅₀ [N]	F ₆₀ [N]	F ₇₀ [N]	F ₈₀ [N]	Výsledek
A (T _L = 110°C)	p _L = 10MPa t _L = 35s		1	52,9	52,3	48,9	43,4	43	44,2	+
			2	53,4	52,1	47,9	43,7	43,1	44,6	+
			3	52,5	52,9	48,3	43,1	44	44,3	+
			Ø	52,9±0,5	52,4±0,8	48,4±0,6	43,4±0,3	43,4±0,5	44,4±0,2	+
B (T _L = 130°C)			1	53,5	52,8	48,2	44,1	43,4	45,1	+
			2	53,9	53,2	48,9	45,4	44,2	45,4	+
			3	53,5	51,5	48,7	44,5	43,9	45,2	+
			Ø	53,6±0,2	52,5±0,9	48,6±0,4	44,7±0,7	43,8±0,4	45,2±0,2	+
C (T _L = 140°C)			1	54,8	53,9	50,3	45,1	45,2	46,9	+
			2	54,9	54,8	51,6	45,2	45,1	46,4	+
			3	55,2	53,5	50,8	44,7	45,9	46,9	+
			Ø	55,0±0,2	54,1±0,7	50,9±0,7	45,0±0,3	45,4±0,4	46,7±0,3	+
A (T _L = 110°C)	t _L = 35s	p _L = 11MPa	1	56,9	52,1	48,5	44,8	44,6	46,1	+
			2	56,2	52,8	48,4	44,2	44,3	46,5	+
			3	56,1	53,5	48,3	45,2	44,9	46,8	+
			Ø	56,4±0,4	52,8±0,7	48,4±0,1	44,7±0,5	44,6±0,3	46,5±0,4	+
B (T _L = 130°C)		p _L = 13MPa	1	58,6	55,9	49,1	46,1	45,6	46,5	+
			2	58,5	57,1	50,3	46,5	45,5	46,7	+
			3	58,9	57,9	49,2	46,3	44,9	46,4	+
			Ø	58,7±0,2	57,0±1,0	49,5±0,7	46,3±0,2	45,3±0,4	46,5±0,2	+
C (T _L = 140°C)		p _L = 14MPa	1	61,2	60,9	51,1	45,1	45,6	47,1	+
			2	61,5	60,5	50,4	45,5	45,8	46,8	+
			3	60,9	61,2	50,9	46,3	45,9	47,3	+
			Ø	61,2±0,3	60,9±0,4	50,8±0,4	45,6±0,6	45,8±0,2	47,1±0,3	+
A (T _L = 110°C)	p _L = 11MPa t _L = 40s	1	55,9	52,4	49,7	45,5	47,9	46,5	+	
		2	54,4	51,1	49,6	45,6	46,3	46,8	+	
		3	55,5	54,8	50,1	45,1	47,2	47,1	+	
		Ø	55,3±0,8	52,8±1,9	49,8±0,3	45,4±0,3	47,1±0,8	46,8±0,3	+	
B (T _L = 130°C)	p _L = 13MPa t _L = 45s	1	63,5	61,8	53,2	46,1	45,5	46,7	+	
		2	64,9	61,6	54,5	46,3	46,0	46,3	+	
		3	65,5	64,6	52,8	45,5	41,5	47,1	+	
		Ø	64,6±1,0	62,7±1,7	53,5±0,9	46,0±0,4	44,3±2,5	46,7±0,4	+	
C (T _L = 140°C)	p _L = 14MPa t _L = 50s	1	70,9	68,9	60,1	50,1	48,6	47,9	+	
		2	69,8	68,8	60,4	50,2	48,3	48,4	+	
		3	71,2	67,5	59,9	49,7	48,9	47,1	+	
		Ø	70,6±0,7	68,4±0,8	60,1±0,3	50,0±0,3	48,6±0,3	47,8±0,7	+	

Def. síla F [N]



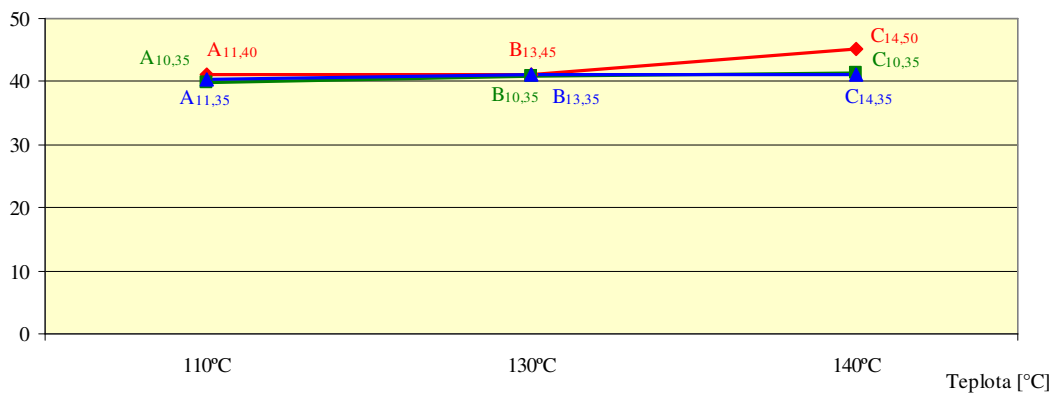
Obr. 3.35 Vzorky kondiciované při 23°C/24h a zkoušené na dráze 30mm

Def. síla F [N]



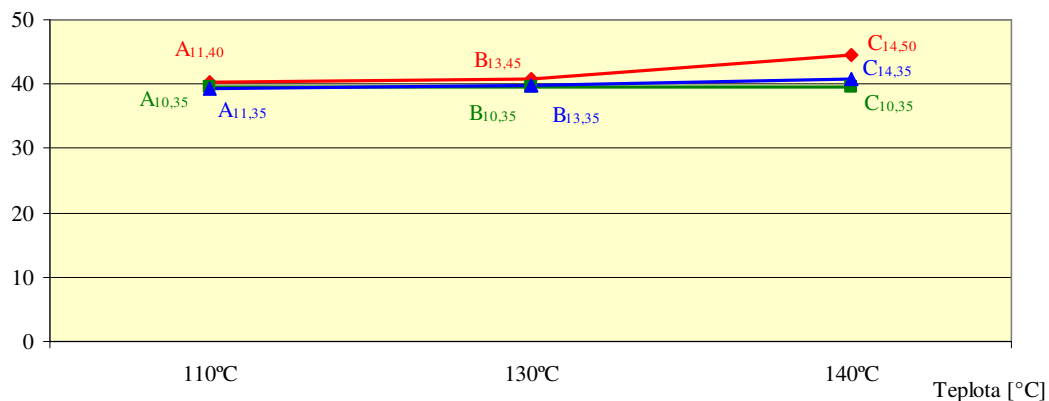
Obr. 3.36 Vzorky kondiciované při 23°C/24h a zkoušené na dráze 40mm

Def. síla F [N]



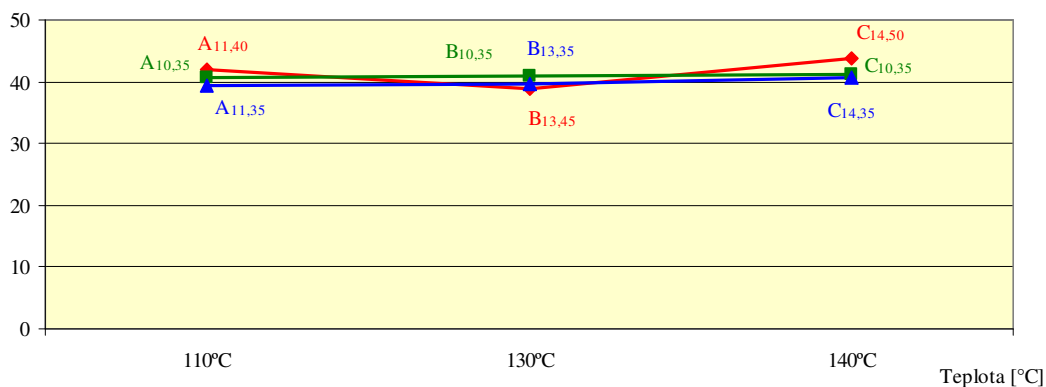
Obr. 3.37 Vzorky kondiciované při 23°C/24h a zkoušené na dráze 50mm

Def. síla F [N]



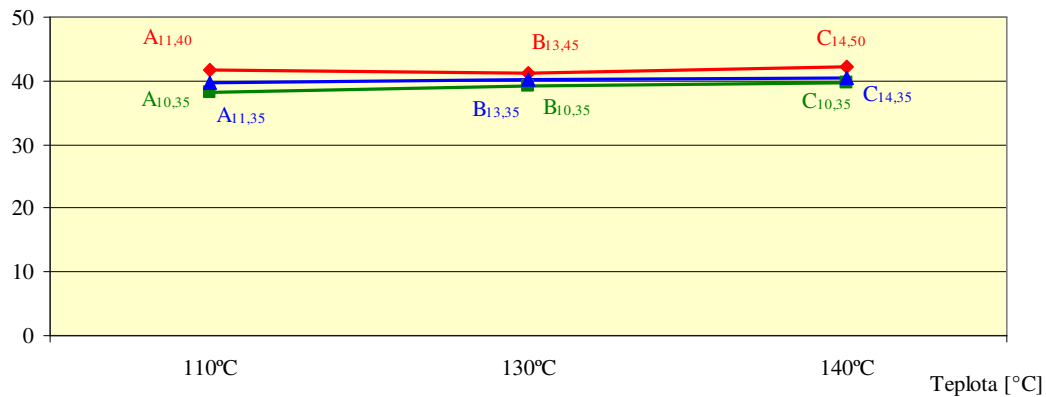
Obr. 3.38 Vzorky kondiciované pri 23°C/24h a zkoušené na dráze 60mm

Def. síla F [N]



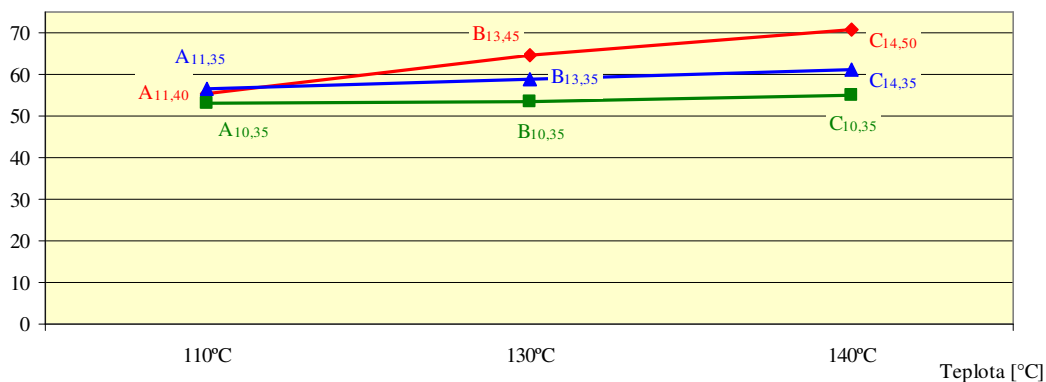
Obr. 3.39 Vzorky kondiciované pri 23°C/24h a zkoušené na dráze 70mm

Def. síla F [N]



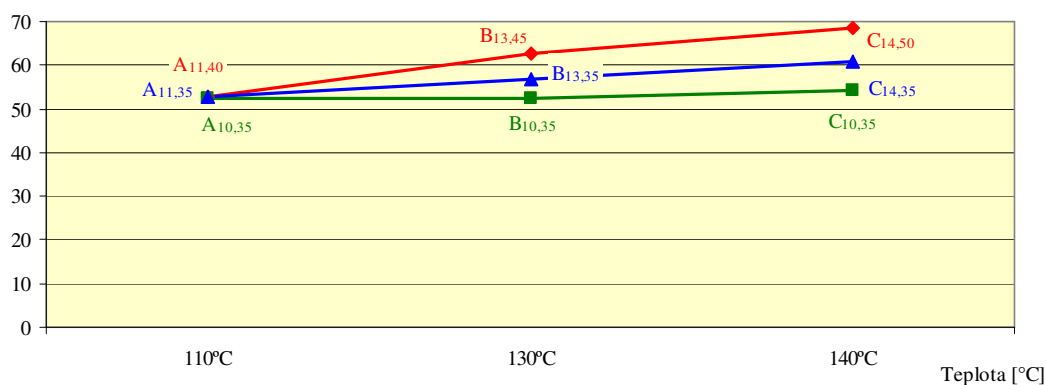
Obr. 3.40 Vzorky kondiciované pri 23°C/24h a zkoušené na dráze 80mm

Def. síla F [N]



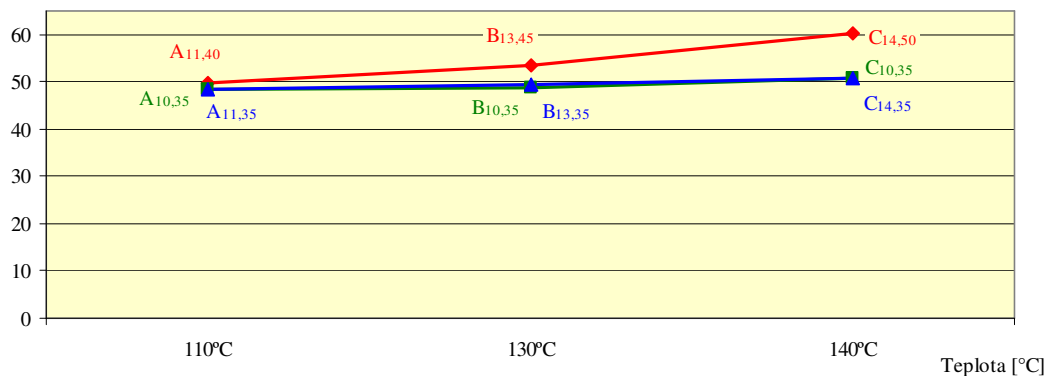
Obr. 3.41 Vzorky kondiciované při -40°C/24h a zkoušené na dráze 30mm

Def. síla F [N]



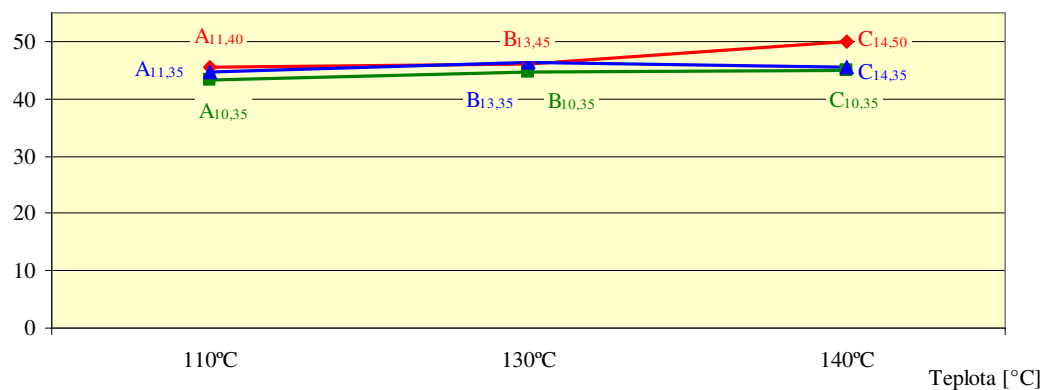
Obr. 3.42 Vzorky kondiciované při -40°C/24h a zkoušené na dráze 40mm

Def. síla F [N]



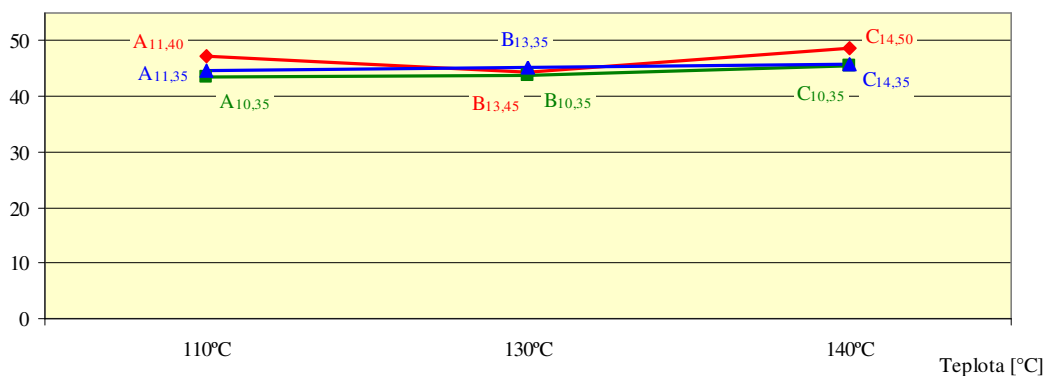
Obr. 3.43 Vzorky kondiciované při -40°C/24h a zkoušené na dráze 50mm

Def. síla F [N]



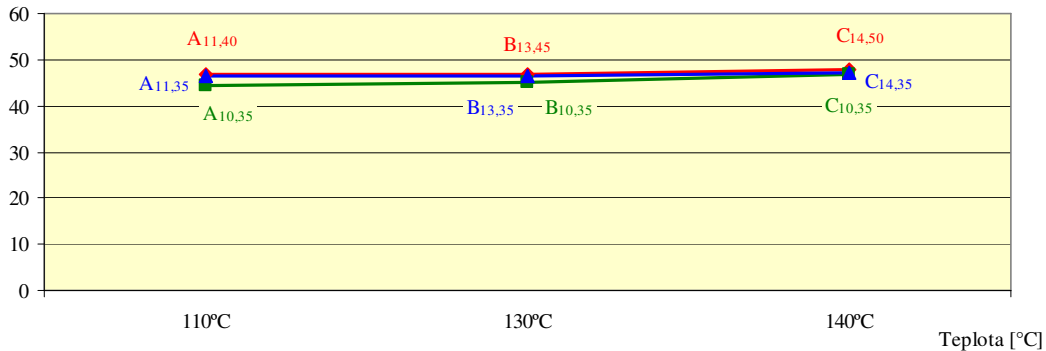
Obr. 3.44 Vzorky kondiciované při -40°C/24h a zkoušené na dráze 60mm

Def. síla F [N]



Obr. 3.45 Vzorky kondiciované při -40°C/24h a zkoušené na dráze 70mm

Def. síla F [N]



Obr. 3.46 Vzorky kondiciované při -40°C/24h a zkoušené na dráze 80mm

3.3 VZHLEDOVÉ POSOUZENÍ KVALITY STROPNÍCH PANELŮ

Princip zkoušky spočívá ve vizuální kontrole celkového stavu stropního panelu (viz obr. 3.47), při které je zjišťováno, zda stropní panely vystavené různým teplotním podmínkám (23°C a -40°C) po dobu 24 hodin nevykazují vady jakými mohou být např. průsaky lepidla, rozlepy, trhliny, aj.

Při posuzování kvality stropních panelů z experimentálního měření byl zaznamenán pouze jeden typ vady, tj. rozlepů. Stropní panely jenž neprošli vzhledovou zkouškou jsou vidět na obr. 3.47 až obr. 3.53, včetně technologických parametrů výrobního procesu u nichž se vyskytly rozlepy.



Obr. 3.47 Stropní panel vystavený kondicionaci ve standardním prostředí 23°C/24h



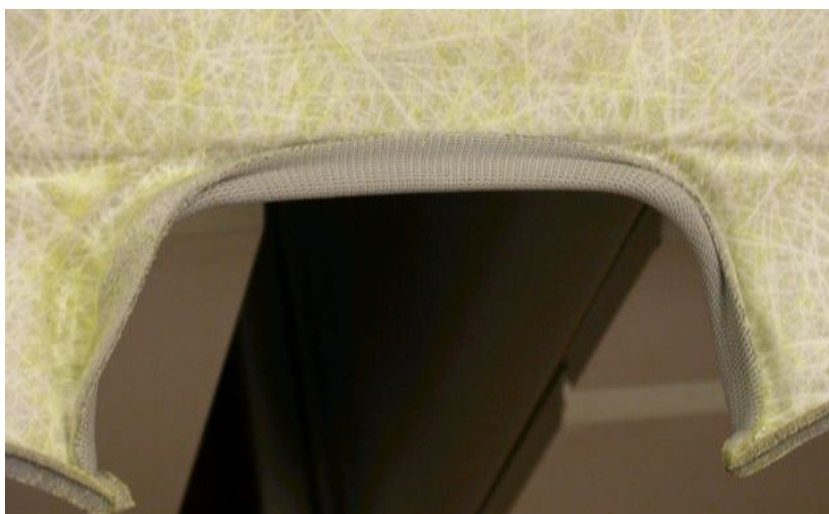
Obr. 3.48 Rozlep na stropním panelu vyrobeném při $p_L = 10\text{MPa}$, $t_L = 35\text{s}$ a $T_L = 110^\circ\text{C}$



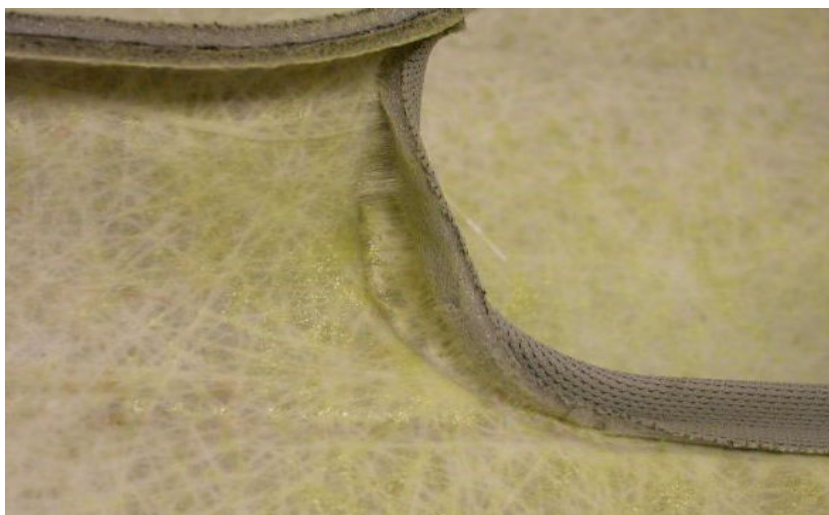
Obr. 3.49 Rozlep na stropním panelu vyrobeném při $p_L = 10\text{MPa}$, $t_L = 35\text{s}$ a $T_L = 110^\circ\text{C}$



Obr. 3.50 Rozlep na stropním panelu vyrobeném při $p_L = 10\text{MPa}$, $t_L = 35\text{s}$ a $T_L = 130^\circ\text{C}$



Obr. 3.51 Rozlep na stropním panelu vyrobeném při $p_L = 10\text{MPa}$, $t_L = 35\text{s}$ a $T_L = 130^\circ\text{C}$



Obr. 3.52 Rozlep na stropním panelu vyrobeném při $p_L = 10\text{MPa}$, $t_L = 35\text{s}$ a $T_L = 140^\circ\text{C}$



Obr. 3.53 Rozlep na stropním panelu vyrobeném při $p_L = 10\text{MPa}$, $t_L = 35\text{s}$ a $T_L = 140^\circ\text{C}$

4 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ A JEJICH DISKUZE

Z výsledků zkoušek tuhosti, zaznamenaných v tab. 3.1 až tab. 3.3 a grafech viz obr. 3.3 až obr. 3.33 je patrné, že zvýšením doby lisování je dosahováno větší tuhosti, avšak zvýšení hodnot jednoho technologického parametru (p_L , T_L , t_L) má na výslednou tuhost stropních panelů menší vliv, než současné zvýšení dvou (popř. všech tří) technologických parametrů. Přičemž platí, že čím větší jsou hodnoty p_L , T_L , t_L , tím více tuhost roste. Velikost rozdílů hodnot zanesených do grafů je částečně ovlivněna směrodatnou odchylkou, kterou je nutné mít při vyhodnocování výsledků na zřeteli, neboť pro experimentální zjišťování tuhosti v daných oblastech stropních panelů bylo použito omezeného množství vzorků.

Stropní panely vyrobené při lisovací teplotě $T_L = 110^\circ\text{C}$ (resp. 130°C a 140°C), lisovacím tlaku $p_L = 10\text{MPa}$ a době lisování $t_L = 35\text{s}$, vykázaly nejnižší tuhost ze všech měřených stropních panelů. Postupné zvyšování lisovací teploty má za následek jen minimální zvýšení tuhosti ve sledovaných oblastech, přičemž lisovací teplota $T_L = 130^\circ\text{C}$, je v tomto případě limitní teplotou, při které lze pozorovat zvýšení tuhosti. Dalo by se tedy říci, že při lisování za teploty $T_L = 130^\circ\text{C}$ k sobě jednotlivé vrstvy stropního panelu ideálně přilnou a při lisování za teploty $T_L = 140^\circ\text{C}$ již nedochází ve většině sledovaných oblastí k takřka žádnému zvyšování tuhosti. Avšak vzhledem k rozptylu je zjištěná změna tuhosti zanedbatelná.

Stropní panely vyrobené při lisovací teplotě $T_L = 110^\circ\text{C}$ (resp. 130°C a 140°C), lisovacím tlaku $p_L = 11\text{MPa}$ (resp. 13MPa a 14MPa) a době lisování $t_L = 35\text{s}$, vykázaly vyšší tuhost, než stropní panely z předešlého případu, kdy byla zvyšována pouze lisovací teplota ($T_L = 110^\circ\text{C}$, 130°C , 140°C) při lisovacím tlaku $p_L = 10\text{MPa}$ a lisovací době $t_L = 35\text{s}$, přičemž platí, že čím vyšší je lisovací teplota a lisovací tlak, tím je výsledná tuhost vyšší.

Stropní panely vyrobené při $T_L = 110^\circ\text{C}$, $p_L = 11\text{MPa}$, $t_L = 40\text{s}$, resp. $T_L = 130^\circ\text{C}$, $p_L = 13\text{MPa}$, $t_L = 45\text{s}$ a $T_L = 140^\circ\text{C}$, $p_L = 14\text{MPa}$, $t_L = 50\text{s}$, tj. při současném zvýšení všech hodnocených parametrů vykázaly nejvyšší tuhost. Strmost křivek (zanesených v grafech) není ale v tomto případě vždy shodná. V určitých případech bylo dosaženo výrazného zvýšení tuhosti, jindy byl nárůst tuhosti jen nepatrný. Tento zvláštní jev patrně souvisí s ideálním přilnutím všech materiálových složek stropního panelu (v určitých oblastech) k sobě.

Přestože je zřejmé, že nejvyšší tuhosti je dosahováno s rostoucí teplotou, lisovacím tlakem a dobou lisování, je určité malé množství oblastí stropních panelů (viz obr. 3.15, obr. 3.16 a obr. 3.46), které tuto skutečnost jednoznačně neprokazují. Tato skutečnost je patrně způsobena zvýšenou (popř. sníženou) koncentrací skelného vlákna v měřené oblasti nebo zanesením nečistot, jenž mají za následek lokální zvýšení tuhosti.

Obdobně je tomu i u zkoušek soudržnosti mezi dekorem a sendvičem, kde vycházejí ve většině případů shodné závěry jako u zkoušek tuhosti. Nejvyšší soudržnosti je dosahováno s rostoucí teplotou, lisovacím tlakem a dobou lisování, ovšem je určité malé množství měřených vzorků, jenž tuto skutečnost jednoznačně neprokazují. Tato skutečnost je patrně opět způsobena zvýšenou (popř. sníženou) koncentrací skelného vlákna v měřené oblasti (viz obr. 3.35 resp. obr. 3.39) nebo zanesením nečistot, jenž mají za následek lokální zvýšení soudržnosti mezi dekorem a sendvičem. V krajním případě by mohl být důvod ten, že lepidlo, jenž má za úkol spojit jednotlivé materiálové složky k sobě, „zreagovalo“ v dané oblasti rychleji, než byl stropní panel slisován.

Vzhledovým posouzením kvality úspěšně prošly všechny stropní panely, jenž byly kondicionovány ve standardním prostředí $23^\circ\text{C}/24\text{h}$. Na stropních panelech kondicionovaných v prostředí $-40^\circ\text{C}/24\text{h}$ byly objeveny vady (viz obr. 3.47 až obr. 3.53) ve formě rozlepů. Jednalo se o stropní panely vyrobené při lisovací teplotě $T_L = 110^\circ\text{C}$ (resp. 130°C a 140°C),

lisovacím tlaku $p_L = 10\text{MPa}$ a době lisování $t_L = 35\text{s}$. Na tyto vady, však nemají technologické parametry (p_L , T_L , t_L) vliv, jelikož byly patrně způsobeny nedostatečným nánosem lepidla v dané oblasti nebo nedostatečným zaumbugováním.

Pokud by měla být vybrána konkrétní varianta technologických parametrů (p_L , T_L , t_L), jenž by měla omezit počet vyrobených neshodných výrobků, patrně by to byla varianta, kde $T_L = 130^\circ\text{C}$, $p_L = 13\text{MPa}$, $t_L = 35\text{s}$. Stropní panely vyrobené při těchto parametrech nevykázaly žádné vzhledové vady a zároveň i výsledky ze zkoušek tuhosti a soudržnosti mezi dekorem a sendvičem nevykazují téměř žádné anomálie ve smyslu zvýšené (popř. snížené) tuhosti nebo soudržnosti. V úvahu připadají i jiné varianty, např. varianta, kde $T_L = 140^\circ\text{C}$, $p_L = 14\text{MPa}$ a $t_L = 35\text{s}$. V tomto případě ale není poměr zvýšeného lisovacího tlaku a lisovací teploty vůči získané tuhosti tak výhodný s ohledem na opotřebení nástroje a vyšší energetické náročnosti. Ostatní varianty už nejsou příliš vhodné, ať už z důvodů neúspěšného absolvování vzhledové zkoušky či nestability při zkouškách tuhosti a soudržnosti, aj. Za úvahu by stálo použít i jiné, než navržené varianty p_L , T_L , t_L . Možností je více, ale optimálně navržené parametry p_L , T_L , t_L , jsou již výše zmíněné $T_L = 130^\circ\text{C}$, $p_L = 13\text{MPa}$, $t_L = 35\text{s}$.

5 ZÁVĚR

Výroba rozhodující měrou ovlivňuje efektivnost podniku a konkurenční schopnost jeho výrobků. Ve výrobě a při její přípravě se rozhoduje o snižování výrobních nákladů, zkracování dodacích lhůt, zvyšování užitečnosti a efektivnosti výrobku a širší sortimentu. Potřeba automobilového průmyslu (jehož je výroba stropních panelů VW součástí) spočívá v nutnosti dodávek zákazníkům v požadovaném termínu, kvalitě a vyžaduje tedy co nejlépe optimalizovanou výrobu. To znamená například optimalizaci výrobních parametrů, tak aby docházelo k co nejefektivnější výrobě. Strojírenská výroba je složitá zejména širokým sortimentem hotových výrobků a vysokým počtem výrobních operací, proto je na optimalizaci výrobního procesu kladen ten největší důraz. A i přes úskalí (např. finanční a časové), které optimalizace zprvu přináší, by se její přibrzdění stalo rizikem, jenž by mohlo postupem času vést k nesplnění požadavků zákazníků.

V posledních letech dochází zároveň na trhu ke zvyšování konkurence což, klade na kvalitu výrobků a optimalizaci výrobního procesu ještě větší nároky. Na jedné straně to jsou požadavky, kladené na velmi dobré mechanické vlastnosti, na straně druhé to jsou požadavky na jejich, co možná nejlevnější a nejjednodušší výrobu. V neposlední řadě je kladen důraz i na bezpečnost, jelikož tyto výrobky (stropní panely VW Passat) přímo obklopují samotnou posádku vozidla. To je dosažitelné jen v případě je-li optimálně navržen výrobní proces a vhodně zvoleny použité materiály z nichž jsou výrobky zhotovovány.

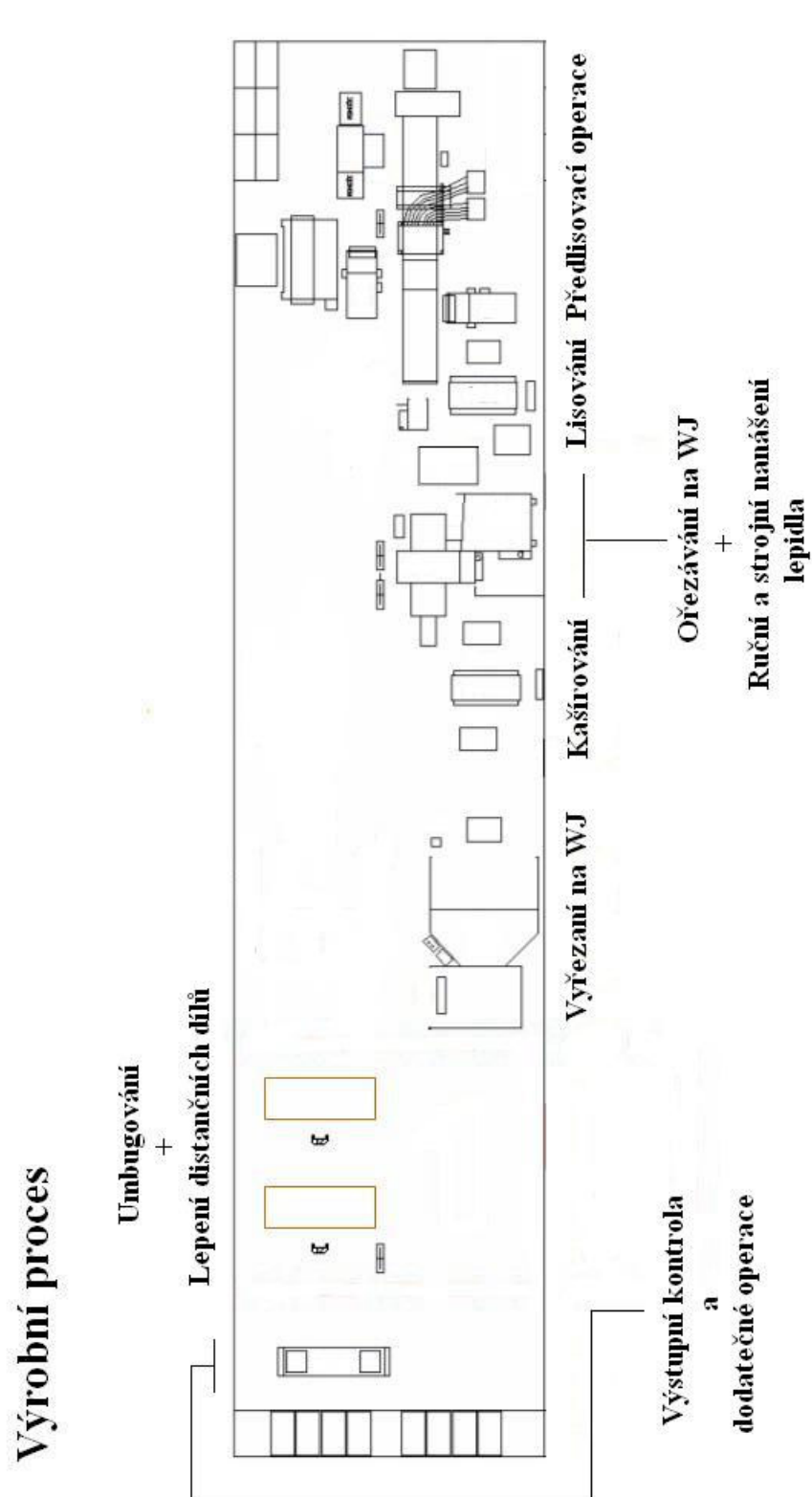
V této diplomové práci je řešena optimalizace stávajících technologických parametrů (lisovací doby, lisovací teploty a lisovacího tlaku) při výrobě stropních panelů VW Passat, s ohledem na výslednou kvalitu a v druhé řadě i cenu. Ekonomické hledisko je, vedle hledisek technologických, konstrukčních, funkčních, provozních, organizačních, aj., měřítkem vhodnosti a rentability výrobního procesu. Obecně je proto možno říci, že rentabilita je závislá kromě počtu vyrobených výrobků za rok (kusová výroba versus hromadná výroba), na požadovaném materiálu výrobku, velikosti výrobku, geometrické složitosti, na tolerancích tvarů a rozměrů, aj., také na technologických parametrech výrobního procesu pro daný výrobek. Velikost jednotlivých technologických parametrů totiž ovlivňuje výslednou cenu stropního panelu VW Passat. Čím vyšší je hodnota lisovacího tlaku, tím více dochází k opotřebení tvářecího nástroje (dutiny tvářecí formy) a výroba stropních panelů se prodražuje, neboť na opravu tvářecího nástroje musí být vynaloženo více finančních prostředků. Obdobně je tomu u lisovací teploty a v neposlední řadě i lisovací doby. S rostoucí teplotou lisování, stoupá energetická náročnost a s rostoucí dobou lisování nám klesá produktivita. Na všechny tyto negativní vlivy byl brán při návrhu optimálních technologických parametrů zřetel. Proto také parametry při kterých bylo dosaženo nejlepších výsledků tuhosti a soudržnosti, nebyly ať už z důvodů vyšší finanční zátěže nebo snížené produktivity, jenž přímo souvisí s délkou lisovací doby, vybrány jako vhodné pro proces optimalizace. Navržené technologické parametry $T_L = 130^\circ\text{C}$, $p_L = 13\text{MPa}$, $t_L = 35\text{s}$ sice nedosahují nejlepších výsledků ze zkoušek tuhosti a soudržnosti, za to jsou výsledky velice stabilní a zároveň je zachována i vysoká produktivita výrobního procesu stropního panelu VW Passat.

6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- /1/ KUPCOVÁ,L.: Hodnocení PP desek s kenafovými rohožemi pro dveřní výplně automobilů [bakalářská práce], TU Liberec, 2006
- /2/ www.jobpilot.cz (duben 2007)
- /3/ firemní informace a materiály Grupo Antolin Bohemia
- /4/ www.env.cz (duben 2007)
- /5/ firemní informace a materiály Remont a.s., Zlín
- /6/ firemní informace a materiály Sklopan a.s., Liberec
- /7/ firemní informace a materiály WFS GmbH, Sontra
- /8/ firemní informace a materiály ABB s.r.o., Praha
- /9/ firemní informace a materiály Splirec Czech s.r.o., Bílina
- /10/ ČSN ISO 291
- /11/ firemní normy Grupo Antolin Bohemia a.s., Chrastava

PŘÍLOHY

Výrobní linka výrobního procesu stropních panelů VW Passat



Obr. P.1 Schéma výrobní linky pro výrobu stropních panelů VW Passat

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv
užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti
informovat o této skutečnosti TUL a Grupo Antolin Bohemia a.s.; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě
konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci, 25. května 2007

.....
Petr Georgiev
Sídliště 639
463 34 Hrádek nad Nisou

Declaration

I have been notified of the fact that Copyright Act No. 121/2000 Coll. applies to my thesis in full, in particular Section 60, School Work.

I am fully aware that the Technical University of Liberec is not interfering in my copyright by using my thesis for the internal purposes of TUL.

If I use my thesis or grant a licence for its use, I am aware of the fact that I must inform TUL & Grupo Antolin Bohemia a.s. of this fact; in this case TUL has the right to seek that I pay the expenses invested in the creation of my thesis to the full amount.

I compiled the thesis on my own with the use of the acknowledged sources and on the basis of consultation with the head of the thesis and a consultant.

V Liberci, 25. Mai 2007

.....
Petr Georgiev
Sídliště 639
463 34 Hrádek nad Nisou